



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

LAURA TULOISELA
TUOTTEEN ARVONTUOTON ARVIOINTIMALLIT

Diplomityö

Tarkastaja: professori Tero Juuti
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Teknisten tieteiden tiedekuntaneuvoston
kokouksessa 9. elokuuta 2017

TIIVISTELMÄ

LAURA TULOISELA: Tuotteen arvontuoton arviointimallit

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 63 sivua, 2 liitesivua

Kesäkuu 2018

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Tuotekehitys

Tarkastaja: professori Tero Juuti

Avainsanat: tuote, arvontuotto, arviointimalli, arvontuottopotentiaali, tuotteen elinkaari, elinkaarimalli

Tuotteen arvontuottoa sen elinkaaren eri vaiheiden aikana voidaan arvioida siihen soveltuvan mallin avulla. Tuotteen arvontuoton arviointimalleja löytyy erilaisia. Sellaista mallia, joka arvioisi täysin kattavasti tuotteen ja sen elinkaaren arvontuottoa tuotteen ominaisuuksien avulla ei vielä löydy. Tuotteen arvontuottoa halutaan tarkastella juuri sen kautta, kuinka paljon arvoa tuotteen eri ominaisuudet voivat tuottaa tuotteen eri elinkaaren vaiheiden aikana. Lisäksi aiheesta löytyy teollisuuden parista hyvin vähän suomenkielistä materiaalia, jonka puutteeseen halutaan vastata tällä työllä.

Tämän työn tavoitteena on luoda ohje tuotteen arvontuoton laskentamallille sekä löytää kehityskohteita BusinessChampion -työkalulle. Apuna käytetään muun muassa materiaalia tuotteen elinkaarimalliajattelusta sekä teoriaa tuotteen ominaisuuksista ja käyttäytymisestä. Lisäksi työssä esitellään BusinessChampion -työkalun ohella neljä muuta arviointimallia. Muut mallit ovat hyvin erilaisia BusinessChampion -työkaluun verrattuna, vaikka jotain pieniä yhtäläisyyksiäkin löytyykin. Työssä esitettyjen tuotteen arvontuottomallien pohjalta muodostetaan vertailuanalyysi, jota käytetään apuna muodostaessa työn tuloksia.

Tämän työn tuloksena on esitetty yleinen tuotteen kokonaisarvontuottopotentiaalimalli, jonka pohjalta on muodostettu tuotteen elinkaarelle laskentamallin luontiohje. Vertailuanalyysin tuloksia on hyödynnetty muodostettaessa kriteerejä hyvälle arvontuoton arviointimallille, koottaessa yleistä mallia kokonaisarvontuottopotentiaalista sekä laatiessa laskentamallin luontiohjetta. Ohjeen avulla saadaan muodostettua laskentamallin tuotteen ja sen elinkaaren arvontuoton määrittämiseen. Ohjeen tueksi on muodostettu kustannustaulukko. Lisäksi tämän työn tuloksena on esitetty kehitysideoita BusinessChampion -työkalulle.

ABSTRACT

LAURA TULOISELA: Valuation Models for Product Value Creation

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 63 pages, 2 Appendix pages

June 2018

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

Major: Product Development

Examiner: Professor Tero Juuti

Keywords: product, value creation, valuation method, value added potential, product life cycle, life cycle model

The value of a product during the various phases of its life cycle can be estimated using the appropriate model. There are different types of product valuation models. It is difficult to find a model that evaluates product's value through its life cycle. Also it has to take into account product's properties and characteristics. This research work looks at the value of a product and how much added value the product's different properties or characteristics can produce during the different stages of its life cycle. In addition, in the industry there is little research material written about this subject in Finnish. Thus, this research work has been made to fill that gap.

The purpose of this research is to provide a guide to the product's value creation calculation model and to find development objects for the BusinessChampion tool. Materials include product life cycle thinking and theory of product characteristics and behavior. In addition to the BusinessChampion tool, four other models are presented. Other models are very different in comparison to the BusinessChampion tool, even though there are some slight similarities. Based on the value creation models of the products presented in the work, benchmarking is used for summarizing the results of the work.

As a result of this work, a general product value-added model is presented. A calculation model for a product's life cycle value is also created. The results of the benchmarking analysis have been used to establish the criteria for a sufficient value creation model. The results have been also been used to generate a general model of total value potential and sketch a spreadsheet creation guide. This guide can be used to determine the value of a computational product and its life cycle. In addition, a cost table is created to support this. As last, this work has provided development ideas for the BusinessChampion tool.

ALKUSANAT

Diplomityö on tehty itsenäisesti Tampereen teknillisen yliopiston Kone- ja Tuotantotekniikan laitokselle. Kiitokset mielenkiintoisesta työn aiheesta, työn ohjaamisesta ja tarkastamisesta apulaisprofessori Tero Juutille. Hänen avullaan löysin itselleni kiinnostavan aiheen diplomityölle, johon perehtymällä opin paljon uutta tietoa.

Erityiskiitokset kuuluvat rakkaalle aviomiehelleni Vesalle. Ilman hänen jatkuvaa tukea, uskoa ja kannustusta olisi työn loppuun saattaminen ollut haastavampaa. Haluan myös erityisesti kiittää siskoani, joka jaksoi lukea työtäni omien kiireidensä keskellä ja tsemrata kirjoitusurakassa. Lisäksi haluan kiittää vanhempiani, veljeäni ja ystäviäni antamastanne tuesta.

Pirkkalassa, 1.4.2018

Laura Tuloisela

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | JOHDANTO | 1 |
| 2. | TUTKIMUKSEN KUVAUS | 2 |
| 2.1 | Tutkimuksen tausta | 2 |
| 2.2 | Tutkimuksen tavoitteet ja rajausta | 2 |
| 2.3 | Tutkimusstrategia, -menetelmät ja -kysymykset | 2 |
| 3. | TEOREETTINEN TAUSTA | 4 |
| 3.1 | Tuote ja erilaiset tuotetyypit | 5 |
| 3.2 | Tuotteen ominaisuudet ja ominaispiirteet | 6 |
| 3.3 | Käyttäytyminen | 10 |
| 3.4 | Elinkaarimalli näkemys | 12 |
| 3.4.1 | Tuotteen elinkaarimalli ja sen vaiheet | 13 |
| 3.4.2 | Elinkaaren vaiheiden toimintoja | 14 |
| 3.5 | Elinkaaren tunnistaminen ja suunnittelu | 16 |
| 3.5.1 | Tuotteen ja elinkaaren sopivuus | 16 |
| 3.5.2 | Elinkaaren ja sen vaiheiden tunnistaminen | 17 |
| 3.5.3 | Tuotteen elinkaaren synteesi | 18 |
| 3.6 | Dispositiot yhdyssiteenä tuotteen ja elinkaaritoimintojen välillä | 18 |
| 3.7 | Arvontuottopotentiaali | 19 |
| 3.7.1 | Laatu | 20 |
| 3.7.2 | Ominaisuuksien arvo | 21 |
| 4. | ARVONTUOTON ARVIOINTIMALLEJA | 24 |
| 4.1 | Arvostusmenetelmä 1 | 25 |
| 4.1.1 | BusinessChampion -malli | 26 |
| 4.2 | Arvostusmenetelmä 2 | 27 |
| 4.2.1 | Product Life Cycle Costing -malli | 27 |
| 4.3 | Arvostusmenetelmä 3 | 29 |
| 4.3.1 | Integrated Valuation Method -malli | 29 |
| 4.4 | Arvostusmenetelmä 4 | 31 |
| 4.4.1 | Technology Valuation -malli | 33 |
| 4.5 | Arvostusmenetelmä 5 | 37 |
| 4.5.1 | Tuote-palvelu arvon muodostuminen | 38 |
| 4.5.2 | Product Service Value -malli | 39 |
| 5. | ANALYYSI | 43 |
| 5.1 | Vertailuanalyysi | 43 |
| 5.2 | Kriteerit | 48 |
| 6. | TULOS | 50 |
| 6.1 | Vertailuanalyysin tulos | 50 |
| 6.2 | Malli | 52 |
| 6.3 | Tuotteen arvontuoton laskentamallin ohje | 54 |

| | |
|-----------------------|----|
| 7. KEHITYSIDEAT | 56 |
| 8. YHTEENVETO | 58 |
| LÄHTEET | 61 |

LIITE A: BUSINESSCHAMPION TYÖKALU

LIITE B: KUSTANNUSTAUDUKKO LASKENTAMALLIN LUONTIOHJEEN TU-
EKSI

LYHENTEET JA MERKINNÄT

| | |
|------|------------------------------------|
| CV | Contingent Valuation. |
| LCA | Life Cycle Assessment. |
| LCC | Life Cycle Cost. |
| LPB | Life Cycle Performance Burden. |
| LPC | Life Cycle Performance Capability. |
| NPV | Net Present Value. |
| PLCC | Product Life Cycle Costing. |
| PSV | Product-Service Value. |
| VOC | Voice of Customers. |
| VOM | Value of Market. |
| VOT | Value of Technology. |

1. JOHDANTO

Tuote tuottaa arvoa sen elinkaaren eri vaiheiden aikana. Tuotteen arvontuottoa tarkastellaan tässä tutkimuksessa sen ominaisuuksien, toimintojen ja käyttäytymisen kautta. Jokaisella tuotteella on sille tyypillisiä ominaisuuksia, jotka aiheuttavat tunnistettavaa käyttäytymistä. Näitä voidaan tunnistaa tuotteen elinkaaren jokaisesta vaiheesta ja kun nämä tunnetaan päästään arvioimaan tuotteen arvontuottoa.

Tuotteen arvontuottoa voidaan mallintaa monin eri tavoin. Kaikki mallit eivät suoraan laske tuotteelle arvontuottoa, mutta voivat esimerkiksi tunnistaa ja arvioida teknologian arvontuottoa. Teknologia on osa tuotetta ja antaa tuotteelle sille tyypillisiä ominaisuuksia. Nämä tyypilliset ominaisuudet taas tuovat tuotteelle arvoa. Osa malleista taas keskittyy täysin tuotteen elinkaarimalliin ja tuotteen elinkaarikustannuksien mallintamiseen. Tällöin tuotteelle saadaan mallinnettua hyvin sen elinkaari ja kustannukset, mutta tässäkin tapauksessa ei saada muodostettua suoraan tuotteen arvontuottoa. Eri malleja yhdistelemällä voidaan muodostaa malli, jonka avulla saadaan arvioitua tuotteen arvontuotto sen elinkaaren aikana.

Työn rakenne koostuu pääpiirteittäin tutkimuksen kuvauksesta, teoreettisesta osuudesta, aineiston esittelystä, analyysistä ja työn tuloksista. Ensimmäiseksi läpikäydään tutkimuksen taustat, tavoitteet ja rajaukset sekä tutkimusstrategia, -menetelmät ja näihin liittyvät kysymykset. Tutkimuksen alkukartoittamisen jälkeen tutustutaan teoreettiseen taustaan. Teoriaosuus on jaettu karkeasti kolmeen aihekokonaisuuteen. Alkuun käsitellään tuotetta, sen ominaisuuksia ja käyttäytymistä. Tämän jälkeen käydään läpi elinkaarimallinäkemyksiä ja kappaleen lopussa esitellään arvon muodostumista ja arvontuotto-potentiaalia.

Tutkimuksen keskeisessä asemassa on tutkimusaineisto, joka koostuu viidestä artikkelista ja nämä esitellään luvussa neljä. Kussakin artikkelissa on erilainen arvontuottomalli ja näitä malleja analysoidaan tarkemmin viidennessä luvussa. Teorioiden ja esiteltyjen arvontuottomallien pohjalta saadaan myös muodostettua kriteerit sille, millainen on hyvä tuotteen arvontuoton malli. Kriteerien pohjalta suoritetaan vertailuanalyysi.

Kuudennessa luvussa esitellään työn tulokset. Ensin käydään läpi vertailuanalyysin tulokset, tämän jälkeen esitellään yleinen tuotteen arvontuoton arviointimalli ja lopuksi tuotteen arvontuoton laskentamallin luontiohje. Tuloksien jälkeen pohditaan kehitysehdotuksia, tulevaisuuden tutkimustarpeita ja jatkotoimenpiteitä. Viimeisessä luvussa käydään läpi yhteenvedona työn päätulokset ja niiden merkitykset sekä arvioidaan työn onnistumista.

2. TUTKIMUKSEN KUVAUS

Tässä luvussa esitellään tarkemmin tutkimuksen taustaa, tavoitteita ja rajausta. Lisäksi esitellään tutkimusstrategia, -menetelmät ja -kysymykset.

2.1 Tutkimuksen tausta

Tutkimuksen taustalla on luoda laskentamallin luontiohje, jonka avulla voidaan arvioida tuotteen arvontuottoa sen elinkaaren aikana. Vastaavanlaista tuotteen arvontuoton laskentamallin ohjetta ei löydy suomenkielisenä valmistavasta teollisuudesta, joten sen kehittämiseksi on tarvetta.

Tutkimuksen aiheen taustalla on myös BusinessChampion -työkalu ja esiin tullut tarve kehittää työkalua eteenpäin. Työkalun avulla voidaan arvioida ja tunnistaa erilaisia liiketoimintahyötyjä jokaiselta elinkaaren vaiheelta, joita voidaan käyttää muun muassa päätöksenteon tukena. Tällä hetkellä työkalu on kohdennettu modulaaristen tuotteiden arvontuoton arviointiin. Tarkoituksena on myös löytää kehitysideoita miten työkalua kannattaa kehittää eteenpäin.

2.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Tutkimuksen päätavoitteena on luoda ohje tuotteen arvontuoton laskentamallille sekä löytää kehityskohteita BusinessChampion -työkalulle. Tutkimuksen tavoitteena on myös vastata tutkimuskysymyksiin, jotka esitetään myöhemmin työssä.

Tutkimusta rajataan siten, että toimialana on valmistava teollisuus. Ideaali tuote määritellään ja rajataan koskevan tuotteen elinkaarimallia.

2.3 Tutkimusstrategia, -menetelmät ja -kysymykset

Tutkimusstrategia on käsitteenä laaja ja sen määritelmä riippuu usein määrittäjästä sekä menetelmäkirjallisuudesta. Tässä työssä tutkimusstrategialla tarkoitetaan tutkimuksen kannalta merkityksellisiä valintoja, joiden pohjalta tutkimus toteutetaan. Laajemman määritelmän tutkimusstrategialla tarkoitetaan tutkimusmenetelmien kokonaisuuksratkaisua, joka ohjaa teoreettisella ja käytännöllisellä tasolla tutkimuksen menetelmien valitsemista ja käyttämistä. (Koppa, Jyväskylän yliopisto 2014.)

Tässä tutkimuksessa tutkimusstrategioina käytetään pääasiassa teoreettista, laadullista ja vertailevaa tutkimusta. Teoreettisessa tutkimuksessa pyritään hahmottamaan aiemman

tutkimuskirjallisuuden pohjalta käsitteellisiä malleja, rakenteita ja selityksiä kohteesta. Tutkimuskohdetta ei siis havainnoida välittömästi. Teoreettinen tutkimus perustuu siis tutkimuskohteeseen syventymisen erilaisten ajatusrakennelmien kautta. (Koppa, Jyväskylän yliopisto 2014.) Tässä työssä tuodaan esiin aikaisempia malleja ja teoreettista tietoa muun muassa tuotteesta ja sen aiheuttamasta käyttäytymisestä, jonka perusteella pyritään hahmottamaan taustaa tähän tutkimukseen.

Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus on sellainen, jossa pyritään kokonaisvaltaisesti ymmärtämään tutkittavan kohteen merkityksiä, ominaisuuksia ja laatua. Laadullinen tutkimus on yksi tieteellisen tutkimuksen menetelmäsuuntauksista ja tutkimusta voidaan toteuttaa usealla erilaisella menetelmällä. (Koppa, Jyväskylän yliopisto 2014.) Laadullinen tutkimus rakentuu yleensä tutkimuksista ja muotoilluista teorioista, joita on aiemmin tehty tutkittavasta aiheesta. Lisäksi aineisto on empiiristä eli pääasiassa tekstimuotoista tai tekstiksi muutettuja aineistoja. Yhtenä merkittävänä tekijänä laadullisessa tutkimuksessa on myös tutkijan oma ajattelu- ja päättelytyö. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Laadullinen tutkimus on isossa roolissa tässä työssä ja menetelmää käytetään monipuolisesti hyödyksi pitkin tutkimusta.

Vertailevassa tutkimuksessa hahmotellaan eroja ja yhtäläisyyksiä valittujen tapauksien välillä. Esimerkiksi erilaiset prosessit tai tapaukset voivat olla vertailun kohteena. Vertailevassa tutkimuksessa aineistot ja menetelmät voivat perustua laadullisten aineistojen ja analyysimenetelmien käyttöön. Tämän lisäksi ne voivat perustua myös määrällisiin aineistoihin ja tilastollisiin analyysimenetelmiin. (Koppa, Jyväskylän yliopisto 2014.) Tässä tutkimuksessa vertaillaan ja analysoidaan muun muassa erilaisia arvontuottomalleja keskenään, mikä on keskeisessä roolissa työkalun kehittämisen ja ohjeen luomisen kannalta.

Tutkimusmenetelmistä voidaan myös puhua aineistonhankintamenetelminä. Tutkimuksessa käytettävä tutkimusaineiston hankinta ja analysointi tapahtuu tutkimusmenetelmien avulla. Tässä tutkimuksessa aineistoa kerätään pääasiassa valmiista dokumenteista, artikkeleista ja kirjallisuudesta. (Koppa, Jyväskylän yliopisto 2014 & 2017.) Toisin sanoen tämän työn päätutkimusmenetelmän voidaan sanoa olevan kirjallisuustutkimus.

Tämän tutkimuksen päätutkimuskysymyksiä ovat ”Mitä on tuotteen arvontuotto ja miten sitä voidaan arvioida sen elinkaaren aikana?” sekä ”Millaisen työkalun avulla voidaan arvioida tuotteen ja sen elinkaaren maksimaalista hyötypotentiaalia?”. Näihin tutkimuskysymyksiin pyritään vastaamaan tässä työssä.

3. TEOREETTINEN TAUSTA

Tässä työssä tarkastellaan tuotetta ja sen elinkaarta sekä kuinka tuote tuottaa arvoa sen elinkaarensa aikana. Oleellisessa asemassa on tuotteen ominaisuudet ja millaista käyttäytymistä nämä ominaisuudet aiheuttavat tuotteen elinkaaren aikana. Tämän pohjalta on tarkoitus tarkastella tuotteen arvontuoton potentiaalia sen elinkaarensa aikana. Apuna hyödynnetään kirjallisuutta ja päälähteinä käytetään Hubkan ja Ederin (1996) tekemää tutkimusta teknisen systeemin suunnittelusta sekä Andreassen et al. (2015) teosta käsitteellisestä suunnittelusta.

Hubka ja Eder (1996) ovat tehneet tutkimusta teknisen systeemin suunnittelusta ja esittävät kirjassaan aiheen tiimoilta viitekehyksen. Teknisellä systeemillä tarkoitetaan yksinkertaistettuna kaikkia teknisiä tuotteita ja asioita, kuten koneita ja puhelimia. Tekninen systeemi voidaan saavuttaa yleisen suunnittelutieteen avulla. Suunnittelutiede on tietojärjestelmä missä tuotteet nähdään objekteina, joita kehitetään suunnitteluprosessissa. Tuotteet voidaan jakaa erilaisiin ryhmiin, riippuen niiden valmistustavasta ja käyttökohteesta. Alempana esitellään tuotteiden ryhmittely, joka pohjautuu Hubkan ja Ederin (1996) tekemään tuotteiden jakoon.

Hubkan ja Ederin (1996) teknisen systeemin mallin keskiössä on *properties* eli kaikki kyseiseen kohteeseen kuuluvat ominaisuudet. Systeemiin liittyy oleellisesti myös käyttäytyminen eli millaista toimintaa tuotteen ominaisuudet aiheuttavat. Yksinkertaistettuna voidaan esittää, että tuotteella on tunnusomaisia piirteitä ja ominaisuuksia, jotka puolestaan aiheuttavat tietynlaista käyttäytymistä. Tätä tukee Olesenin (1995) esittämä geneerinen malli dispositioista, jossa päätöksenteolla yhdessä toiminnossa on vaikutusta myös toisessa toiminnossa. Hubka ja Eder (1996) sekä Olesen (1995) luovat teoreettista pohjaa tälle työlle mallintaessaan tuotteen ominaisuuksia ja käyttäytymistä.

Tuotteen elinkaarta voidaan mallintaa eri tavoilla ja määritelmät voivat poiketa hieman toisistaan, mutta pääsääntöisesti tuotteen elinkaareen kuuluu kaikki vaiheet sen ideasta ja suunnittelusta aina tuotteen hävittämiseen saakka. Tässä työssä mallintamisen pohjana käytetään Andreassenin et al. (2015) kuvaamaa elinkaarimallia, Hubkan ja Ederin (1996) kuvaamaa teknisen systeemin elinkaarta sekä Starkin (2015) esittelemää tuotteen elinkaaren hallintaa. Kunkin esittämästä elinkaarimallista löytyy samanlaisuuksia toisiinsa nähden. Isoimmat erot tulevat termistöstä ja kuinka monta eri elinkaaren vaihetta he ovat mallintaneet.

Työhön valittujen keskeisten teorioiden ja teoksien merkittävänä valintakriteerinä on ollut se, että ne käsittelevät tuotetta sen ominaisuuksien ja niiden aiheuttaman käyttäyty-

misen kautta. Tärkeää on myös, että käsitellään tuotteen muodostamaa arvoa eikä yrityksen arvoa. Tuotetta käsittelevien teorioiden ja materiaalien on myös sovittava teollisuus tuotteisiin. Lisäksi yhtenä keskeisenä valintakriteerinä on tuotteen elinkaarimalli - ajattelun huomioiminen. Erityisesti Hubka ja Eder (1996) sekä Andreassenin et al (2015) teokset käsittelevät aihetta nämä kriteerit huomioon ottaen.

3.1 Tuote ja erilaiset tuotetyypit

Tuotteet ovat yrityksen tulonlähde ja erinomaiset tuotteet johtavat hyvään kannattavuuteen. Erilaisia tuotteita löytyy laidasta laitaan. Tuotteet voivat olla konkreettisia ja aineellisia, kuten käsin kosketeltava kivenmurskain tai tietokone. Se voi olla myös aineeton, kuten ohjelmisto tai palvelu. Tuote voi olla myös sekoitus näitä molempia. (Stark 2015.)

Jokaisesta tuotteesta löytyy erilaisia ominaisuuksia sekä tunnusomaisia ja laadullisia piirteitä. Primäärisesti sen on kyettävä suoriutumaan sille tarkoitettu tehtävästä. Esimerkiksi muutostilanteessa on suunnitellun prosessin saavutettava sille asetetut tulokset, jolloin tuotteiden on toimittava halutun tuloksen saavuttamiseksi. Niiden on suoriuduttava vaaditulla suorituskyvyllä, toimivuudella, turvallisuudella, luotettavuudella, riittävän pitkällä käyttöiällä, säädettävyydellä ja ylläpidettävyydellä. Nämä edellä mainitut ominaisuudet kuvaavat tuotteen toiminnallisuutta. Lisäksi sen tulee olla valmistettavissa asianmukaisella laadulla sekä se pitää pystyä pakkaamaan ja kuljettamaan järkevästi. (Hubka & Eder 1996.)

Huomioitavaa on myös aikaskaala suunnittelusta valmistamisen kautta toimitukseen. Tämän aikaskaalan on oltava asiallisen pituinen. Tänä päivänä kierrättämisestä ja hävittämisestä on tullut yhteiskunnallisesti tärkeitä tekijöitä, jotka tulee myös ottaa huomioon. Tuotteilta vaaditaan ergonomisuutta ja esteettisyyttä sekä niiden on noudatettava ja seurattava erilaisia lakeja ja säädöksiä. Lisäksi tulee ottaa huomioon tuotteeseen liittyvä taloudellinen puoli, kuten kassavirta, rahoitus, tuotteen tarjoaminen oikeaan hintaan asianmukaisella palvelulla ja tuella sekä hankinta- ja valmistuskulut tehtaalle. (Hubka & Eder 1996.) Toisin sanoen tuote voi siis menestyä, kun tuotteen valmistaminen on yritykselle kannattavaa ja tuote täyttää tarvittavat vaatimukset.

Tuotteita on erilaisia ja niitä voidaan jaotella muun muassa sen mukaan, miten ne on valmistettu sekä mikä on niiden lopullinen käyttötarkoitus ja kohde. Hubka ja Eder (1996) käsittelevät tuotteita teknisen suunnittelun näkökulmasta. Hubka ja Eder (1996) esittelevät suunnittelutuotteiden jakoa seitsemään erilaiseen tyyppiin. Nämä tuotetyypit ovat kuluttajatuotteet, kestopuutustavarat, bulkkitavara tai jatkuvassa valmistuksessa olevat koneistustuotteet, teollisuustuotteet, teollisuuslaitteiden tuotteet, erikoiskäyttöön tarkoitetut laitteet ja teollisuuslaitokset.

Hubkan ja Ederin (1996) mukaan kuluttajatuotteilla tarkoitetaan usein kuluvia osia ja materiaaleja. Tällaisia tuotteita ovat yleensä pakattu voi, moottoriöljy, puhdistettu vesi putkistoissa kuljetettuna koteihin sekä sanomalehdet. Kestokulutustavaroille tärkeää on ulkonäkö ja käyttökelpoisuus. Tyypillisesti kodin valaisimet, kodinkoneet, autot, tietokoneet ja huonekalut ovat tällaisia tuotteita. (Hubka & Eder 1996.)

Toistuvat koneistustuotteet ja bulkkitarvara ovat pääasiassa raaka-ainemateriaaleja muuhun valmistukseen. Tällaisia ovat esimerkiksi polttoaineet, voiteluöljyt, erilaiset metalli- tai muoviosat, laminaatit ja niin edelleen. (Hubka & Eder 1996.)

Teollisuustuotteet ovat puolestaan osia tai kokoonpanotuotteita, joita valmistava yritys ostaa omien tuotteidensa kokoamiseen. Teollisuuslaitteiden tuotteet ovat itsenäisiä laitteita kuten koneita, jotka voivat suorittaa monimutkaisia toimintoja ja ovat tarkoitettu teollisuudessa käytettäväksi. Esimerkkejä teollisuuslaitteiden tuotteista on työkalut, turbiini-generaattori, maata siirtävät koneet ja lentokoneet. (Hubka & Eder 1996.) Lapinleimu (2000) jakaakin teollisuustuotteet karkeasti kahteen kategoriaan. Tuotetyypit ovat joko kertatuotteita tai toistuvia tuotteita. Kertatuotteet valmistetaan kerran ja ovat osaltaan uniikkeja. Toistuvat tuotteet valmistetaan useita kertoja samalla suunnitelmalla. (Lapinleimu 2000.)

Erityiseen tarkoitukseen tarkoitettut koneet ja välineet ovat esimerkiksi jigit, työkalut, kiinnikkeet sekä erikoisvalmistuksen ja koneistuksen tuotteet, kuten erikoisrobotit, käsittely- ja pakkauskoneet. Näille tuotteille tyypillistä on, että ne tehdään erityistilauksesta ja ovat niin sanotusti ainoita laatuaan. Teollisuuslaitokset ovat oma erityistapauksensa, joka pitää sisällään teollisuuslaitteiden kokoelmia ja vaatii laitteita ohjamaan ja yhdistämään niitä. Esimerkiksi vedenpuhdistamot, sähkölaitokset ja öljyjalostamot ovat tällaisia. (Hubka & Eder 1996.)

3.2 Tuotteen ominaisuudet ja ominaispiirteet

Hubkan ja Ederin (1996) teknisen systeemin mallin keskiössä on *properties* eli kaikki ne ominaisuudet, jotka kuuluvat olennaisesti kyseiseen kohteeseen. Ominaisuudet siis määrittelevät objektin ja sen olemassaolon. Ilman *properties* -ominaisuuksia ei olisi teknisiä systeemejä. Ominaisuuden arvo esittää ominaisuuden mittaa eli kokoa, kuntoa, suoritusmuotoa konkreettisesti tapauksessa. Arvo voidaan ilmaista määrällisesti, kuten mittayksiköiden avulla tai laadullisesti esimerkiksi iso tai pieni. Arvoasteikkoa voidaan määritellä eri tavoilla ja kokonaisarvo koostuu useista ominaisuuden arvoista, jotta kokonaisvaltainen arviointi voidaan tehdä, kuten esimerkiksi hyöty- tai käyttöarvon arviointi. (Hubka & Eder 1996.)

Andreasenin et al. (2015) mukaan *characteristics* -ominaisuudet ovat luonteeltaan sellaisten tuotteiden ja toimintojen rakenteellisia ominaisuuksia, jotka määräytyvät suunnittelusynteesin avulla. He korostavat *properties* -ominaisuuksien olevan käyttäytymi-

seen liittyviä ominaisuuksia eikä rakenteellisiin ominaisuuksiin liittyviä. Tämä siitä syystä, että suunnittelussa muodot ja mittasuhteet ovat *characteristics* -ominaisuuksia, jotka liittyvät puolestaan rakenteeseen. Andreasenin et al. (2015) määrittävät taas *properties* -ominaisuuksien olevan laitteiden ja toimintojen käyttäytymislukien piirteitä, joiden avulla ne esiintyvät laajimmassa merkityksessään ja luovat suhteensa ympäristöön.

Characteristics -ominaisuuksien ja *properties* -ominaisuuksien välistä yhtäläisyyttä käsittelee myös Weber (2012). Weber (2012) määrittelee *characteristics* -ominaisuuksien olevan tuotteen rakenteeseen, muotoon, dimensioihin, materiaaleihin ja rajapintoihin liittyviä, joita voidaan myös kutsua suunnitteluparametreiksi. *Properties* -ominaisuudet Weber (2012) määrittelee taas sellaisiksi, jotka kuvaavat tuotteen käyttäytymistä kuten toimintoa, painoa, turvallisuutta ja toimintavarmuutta. Lisäksi *properties* -ominaisuuksilla tarkoitetaan valmistettavuutta, asennettavuutta, testattavuutta, kustannuksia ja ympäristöystävällisyyttä. *Characteristics* -ominaisuudet ja *properties* -ominaisuudet ovat kaksi erilaista käsitettä tuotteiden ja niiden käyttäytymisen kuvaamiseen, joista *characteristics* -ominaisuudet ovat sisäisiä ja *properties* -ominaisuudet ulkoisia. (Weber 2012.)

Andreasenin et al. (2015) esittävät tuotteen koko elinkaaren aikana huomioitavia tekijöitä, jotka tulee ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Nämä tekijät on jaettu viiteen isompaan kokonaisuuteen: tekijät mitkä liittyvät suunnitteluun, tuotantoon, myyntiin, tuotteen hävittämiseen sekä tekijöihin, jotka liittyvät tuotteen käyttöön. Andreasenin et al. (2015) esittämä jako pohjautuu Tjalven (1979) malliin. Hubka ja Eder (1996) esittävät myös tekijöiden ja ominaisuuksien jakoa isompiin kokonaisuuksiin. Andreasenin sekä Hubkan ja Ederin jaottelut muistuttavat paljon toisiaan.

Hubka ja Eder (1996) jakavat *properties* -ominaisuudet ominaisuusluokkiin. Kaikki teknisen systeemin ominaisuudet voidaan sisällyttää tällaisiin luokkiin. Jokainen ominaisuus vaikuttaa yhteen tai useampaan luokkaan moninaisilla eri tavoilla, eikä luokkien rajoja ole selkeästi määritelty. Jokainen tällainen luokka palvelee tiettyä tarkoitusta. Nämä luokat ovat esitelty tarkemmin myöhemmin tässä kappaleessa. Näitä ominaisuusluokkia muodostavat sellaiset ominaisuudet, mitkä viittaavat teknisen systeemin tarkoitukseen sekä teknisen systeemin elinkaaren vaiheisiin, ihmisiin ja yhteiskuntaan viittaaviin ominaisuuksiin. Lisäksi ominaisuusluokkia muodostavat suunnitteluominaisuudet, jotka viittaavat vaadittujen ulkoisten ominaisuuksien saavuttamiseksi teknisen systeemin suunnittelussa sekä ympäristön tekemät vaatimukset tekniseen järjestelmään.

Hubkan ja Ederin (1996) esittämässä jaottelussa näiden viiden yläkategorian alapuolella ominaisuusluokkia on yhteensä 12 kappaletta, joiden lisäksi on teknisen systeemin sisäisiä sekä ulkoisia ominaisuuksia. Seuraavaksi esitellään Hubkan ja Ederin (1996) 12 ominaisuusluokkaa.

Ominaisuusluokat, mitkä viittaavat teknisen systeemin tarkoitukseen:

- Toimintojen ominaisuudet (1)
 - Työtoiminnot
 - Aputoiminnot
 - Liike/kuljetustoiminnot
 - Sääto- ja ohjaustoiminnot
 - Yhdistävät toiminnot
- Toiminnallisesti määritetyt ominaisuudet (2)
 - Suorituskykyarvoon liittyvät
 - Nopeus, tehokkuus, kuormitettavuus
 - Funktionaaliset dimensiot, koko
 - Soveltuvuus tehtäviin ja ympäristöön
 - Toissijaiset tuotokset ja niin edelleen

Ominaisuudet, mitkä viittaavat teknisen systeemin elinkaaren vaiheisiin:

- Toiminnalliset ominaisuudet (3)
 - Luotettavuus, turvallisuus
 - Elinkaari ja elinikä
 - Sopivuus kunnossapitoon
 - Tila- ja energiavaatimukset
 - Palveluvaatimukset
- Valmistusominaisuudet (4)
 - Ostaa, laadunvarmistus
 - Valmistaa
 - Tarkastaa, laatukontrolli
 - Testaaminen ja niin edelleen
- Jakeluominaisuudet (5)
 - Varastointi
 - Pakkaaminen
 - Kuljettaminen
 - Käyttöönotto
 - Esittely, mainonta
 - Kutsu korjattavaksi ja niin edelleen
- Toimitus- ja suunnitteluominaisuudet (6)
 - Kuljetuskapasiteetti ja -sitoumukset
 - Laatuvarmuus ja laatujohtaminen
 - Asiakaspalvelu
 - Markkinatutkimus ja niin edelleen
- Selvitys (likvidaatio)- ja ympäristöominaisuudet (7)
 - Käytöstä poisto
 - Purkaminen, lajittelu
 - Kierrättäminen, hävittäminen

- Saasteiden puhdistaminen
- Jätteet, tuhota ja niin edelleen

Ominaisuudet, jotka viittaavat ihmisiin ja yhteiskuntaan:

- Ergonomiset ominaisuudet (8)
 - Soveltuu käytettäväksi
 - Turvallinen käyttää
 - Ihmisten vaatimukset
 - Toisarvoisia tuloksia ihmisille ja niin edelleen
- Esteettiset ominaisuudet (9)
 - Ulkoiset muodot, värit, pinnat
 - Koordinointi ympäristön kanssa
 - Muoti, tunne, haju, ääni ja niin edelleen
- Lain ja yhteiskunnan vaatimusten mukaiset ominaisuudet (10)
 - Lait, vastuut, standardit, menettelyohjeet, patentit
 - Moraali, eettisyys, kulttuuri ja niin edelleen
- Taloudelliset ominaisuudet (11)
 - Elinkaaren kustannukset; valmistaminen, kokoonpano, käyttökustannukset
 - Taloudelliset mittarit; talous, tuottavuus, tuotto, hinta
 - Valmistajan maine

Suunnitteluominaisuudet viittaavat vaadittujen ulkoisten ominaisuuksien saavuttamista teknisen systeemin suunnittelussa:

- Sisäiset ominaisuudet, jotka ovat suoraan insinöörisuunnittelijan hallinnan alla (12)
 - Yleiset suunnitteluominaisuudet
 - Voima, jäykkyys, korroosio, saastuminen, kovuus, melupäästöt jne.
 - Perusominaisuudet
 - Rakenne; komponentit, järjestely, abstraktit mallit
 - Elementit; muoto, dimensiot, materiaalit, valmistaminen, pinnat ja toleranssit
 - Suunnittelun erityispiirteet
 - Tekniset vaatimukset
 - Muutosoperaatiot
 - Sisäiset toimintatavat
 - Toimitusten vaikutukset operoitavaan
 - Toiminnan koko, toimintaedellytykset jne.

Ympäristön tekemiä vaatimuksia tekniseen järjestelmään, jotka heijastuvat:

- Ulkoiset ominaisuudet

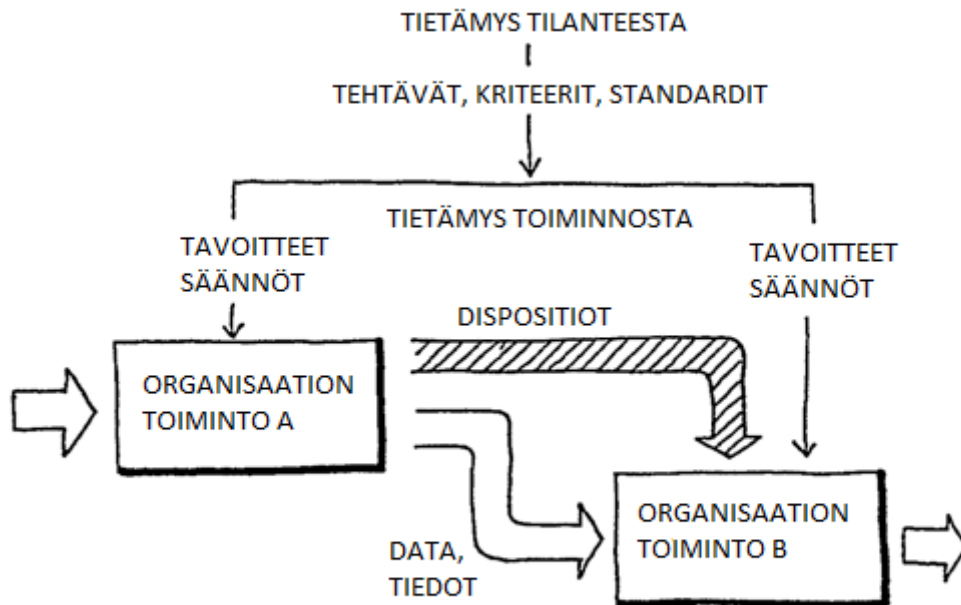
- Joita tekninen systeemi kantaa
- Joita asiakas voi nähdä ja arvostella
- Joita suunnitteluinsinöörin on tuotettava suunnitteleamalla (luomalla ominaisuuksia, jotka ovat listattuna luokassa 12)
- Laatu
 - Soveltuvuus ja asianmukaisuus havaittuihin ja mitattuihin ominaisuuksien arvoihin
 - Laadunlähteitä
 - Suunnittelunlaatu
 - Valmistuksen- ja kokoonpanonlaatu
 - palvelunlaatu ja käytönlaatu jne.

Yllä esitetty ominaisuuksien jako havainnollistaa hyvin, mitkä tuotteen ominaisuuksista kuuluu mihinkin ominaisuusluokkaan. Tämän jaon perusteella voidaan tarkemmin käydä läpi ominaisuuksista aiheuttavaa käyttäytymistä, jota käsitellään seuraavassa kappaleessa.

3.3 Käyttäytyminen

Jokainen ominaisuus aiheuttaa tietynlaista käyttäytymistä, joista osa on paremmin enustettavissa ja laskettavissa kuin toiset. Olesen (1992) esittää mallin dispositioista kahden funktion välillä. Olesen määrittelee dispositio -konseptin sellaiseksi, jossa osa päätöksenteosta yhden funktion alueella vaikuttaa tyyppiin, sisältöön, tehokkuuteen tai kehityksen toimiin toisen funktion alueella. Esimerkiksi, kun tuotteen ominaisuuksista tehdään suunnitteluvaiheessa päätöksiä, on niillä vaikutusta myöhemmin tuotteen elinkaaren muissa vaiheissa.

Kuva 1 havainnollistaa Olesenin (1992) esittämää geneeristä mallia dispositioista. Siitä nähdään että kun tehdään jonkinlainen päätös, esimerkiksi päätös tuotteen muotoilusta yhden funktionaalisen toiminnan alueella (Organisaation toiminto A), koostuu se kahdesta osasta. Organisaation toiminto A:sta lähtevä alempi nuoli kuvaa data/tieto osuutta toimesta, esimerkkinä tämmöisestä voidaan käyttää pursotetusta alumiiniprofilista valmistettua ikkunaraamia. Tämä osuus on tyypillisesti esitetty kyseessä olevan kohteen valmistuspiirustuksissa. Organisaation toiminnosta A lähtevä keskimmäisin nuoli kuvaa prosessin dispositioita eli toimintaedellytyksiä muille toiminta-alueille. Esimerkiksi kokoonpanoa vähennetään minimiin, koska monet komponentit ja toiminnot ovat integroituna alumiiniprofiiliin.



Kuva 1. Olesenin (1992) esittämä geneerinen malli dispositioista kahden funktionaalisen alueen A ja B välillä.

Päätöksiä tehdessä tuotteilla ja prosesseilla on aina erilaisia vaikuttavia taipumuksia eli dispositioita. Malli on muotoiltu kahden organisaatio toiminnon välille, mutta se voidaan myös ottaa harkintaan suhteessa tuotannon sekvenssi-ilmioihin. Tästä esimerkkinä on materiaalivirta raaka-aineesta asiakkaalle tai tilaus-toimitus-virtaan, kun asiakas tilaa yritykseltä ja tuote valmistetaan tuotannossa mistä se toimitetaan asiakkaalle. (Olesen 1992.)

Olesenin mallin avulla voidaan ymmärtää myös käyttäytymistä, kun tiedetään muun muassa miten suunnitteluvaiheessa tehdyt päätökset vaikuttavat elinkaaren myöhemmissä vaiheissa ja millaista käyttäytymistä ominaisuudet aiheuttavat. Andreasen et al. (2015) määrittelevät dispositioiden kuvaavan sitä, miten tuotteen ominaisuudet vaikuttavat tuotteen elinkaaren aikana odotettavissa oleviin toimintoihin, kuten esimerkiksi kokoonpanoon, toimitukseen tai hävittämiseen. Dispositio syntyy, kun suunnitteluominaisuus vaikuttaa elinkaariaktiiviteettiin. Tätä vaikutusta kuvaa periaate, joka yhdistää tuotteen *characteristics* -ominaisuudet toimintaominaisuuksiin.

Hubkan ja Ederin (1996) teknisen systeemin suunnittelussa yhtenä tavoitteena on saada hyödyllinen luokitusjärjestelmä, joka antaisi yleiskatsauksen tiedoista eli jonkinlaisen rakenteen. Rakenteen / luokituksen tulisi koostua ehdotetuista elementeistä (tiedon ryhmittely), sisällön ääriviivoista (välttämättömät ominaisuudet), elementtien välisistä suhteista (sisäinen tietopohja) ja ulkoisista suhteista sekä siihen liittyvästä tiedosta. Näiden pohjalta tulisi koostaa järjestelmä, joka myös sallii tutkimusten tekemisen ja käyttäytymisen ennustamisen. Tämä pätee järjestelmän käyttäytymiseen ja siihen kytköksissä oleviin osallisiin, kuten ihmisiin, tekniikkaan ja luontoon. Huomioitavaa on, että il-

miöt tai niiden käyttäytyminen on täysin ennustettavissa. Mikään tieteenala ei ole täysin tarkka, täydellinen ja kattava. Osa ilmiöistä toki on ennalta arvattavimpia kuin toiset.

Teknisen systeemin käyttäytyminen koostuu odotettujen vaikutusten summasta, kuten esimerkiksi sen lämpenemisestä ja liikkumisesta. Systeemin ominaisuudet sisältävät käyttäytymismallin eli tietty ominaisuus aiheuttaa tietynlaista oletettua käyttäytymistä tai toimintaa. Käyttäytymisen mallintaminen on hyödyllistä silloin, kun halutaan simuloida, tarkastella toimintaa tai laskea dynaamista käyttäytymistä. (Hubka & Eder 1996.) Tässä tapauksessa halutaan tarkastella juurikin toimintaa.

On kyseessä sitten tuote tai tekninen systeemi, niin se aiheuttaa tietynlaista käyttäytymistä. Tätä käyttäytymistä voidaan tietyssä mittakaavassa ennustaa. Kun tunnistamme tuotteen tyypilliset ominaisuudet, voimme ennustaa millaista käyttäytymistä ne aiheuttavat tulevaisuudessa elinkaaressa. Tämän pohjalta voimme arvioida millaista arvontuoton potentiaalia mikäkin tuotteen ominaisuus mahdollistaa.

3.4 Elinkaarimallinäkemykset

Yleisellä tasolla elinkaarimallin avulla voidaan mallintaa systeemin koko elinkaarta, mikä puolestaan yleensä koostuu toistettavista prosesseista. Prosessit on jaettu eri jaksoihin tai vaiheisiin. Vaiheisiin voi myös liittyä pientä päällekkäisyyttä ja iterointia, mutta pääasiallisesti seuraava vaihe alkaa, kun edellinen päättyy. Erilaiset vaiheet voivat olla esimerkiksi määrittely, suunnittelu, prototyypin valmistaminen ja markkinoille vieminen. Tuotteen elinkaarimallissa mallinnetaan tuotteen elinkaarta alkaen sen määrittelystä ja päättyen siihen, kunnes tuote poistuu käytöstä ja se hävitetään. (Britton & Torvinen 2014.)

Elinkaarinäkemys antaa tarvittavat tiedot siihen, että voidaan luoda tuote, mikä sopii hyvin sille asetettuun elinkaaritavoitteeseen (Andreasen *et al.* 2015). Elinkaarimallin avulla voidaan saada erilaisia hyötyjä. Mallia käytetään muun muassa laskemaan vaadittavaa aikaa ja kustannuksia, kun uutta tuotetta ja prosessia kehitetään. Mallia käytetään myös oppimisen, laadun ja riskienhallinnan parantamiseen. Lisäksi sitä käytetään helpottamaan resurssien oikein jakamista järjestelmän kehittämisen eri vaiheissa. (Britton & Torvinen 2014.)

Tuotteen toiminta on tuotteen ja sen elinkaaren toimintojen välisen suhteen tärkein ominaisuus. Tuote ei ole useimpien elinkaaren toimintojensa aikana passiivinen, vaan elinkaareen järjestelmät ovat jatkuvasti käynnissä, esimerkiksi tuotanto, kokoonpano, jakelu, myynti, huolto, uudelleenkäyttö tai hävittäminen. Toimijat ovat elinkaaren avaintekijöitä, jotka ovat tärkeitä osana tunnistaa. (Andreasen *et al.* 2015.) Seuraavaksi tarkastellaan tarkemmin tuotteen elinkaarimallia, sen vaiheita ja toimintoja. Lisäksi käsitellään tuotteen ja elinkaaren sopivuutta toisilleen, sekä elinkaaren vaiheiden tunnistamista ja elinkaarikustannuksia.

3.4.1 Tuotteen elinkaarimalli ja sen vaiheet

Tuotteen elinkaareissa voidaan nähdä viisi päävaihetta, joissa jokaisessa näistä vaiheista tuote on eri tilassa. Vaiheet ovat idea tuotteesta, tuotteen määrittely ja suunnittelu, tuotteen toteutus, tuotteen käyttö ja tuki sekä viimeisenä vaiheena tuotteen poistuminen käytöstä ja hävittäminen. (Stark 2015.) Andreassen et al. (2015) määrittelee tuotteen elinkaaren taas sellaiseksi, joka koostuu kaikista yksittäisen tuotteen elinvaiheiden toiminnoista sen perustamista sen käyttöönottoon asti. Elinkaaren määritelmät voivat poiketa hieman toisistaan, mutta pääsääntöisesti tuotteen elinkaareen kuuluu kaikki vaiheet sen ideasta ja suunnittelusta aina tuotteen hävittämiseen saakka. Vaiheita voi olla viisi tai tarkemmalla tasolla määriteltynä niitä voi olla useampi.

Teknisen tuotteen elinkaaren vaiheet voidaan esittää kuvan 2 mukaan. Teknisellä tuotteella Hubkan ja Ederin (1996) tarkoittavat yksinkertaistettuna kaikkia teknisiä asioita, kuten koneita, taloja ja puhelimia. Kuvassa vasemmassa sarakkeessa näkyy elinkaaren vaiheet ylhäältä alaspäin alkaen ensimmäisestä vaiheesta. Oikean puoleisessa sarakkeessa on esitelty kyseisen vaiheen toimintoja tai mitä kyseiseen vaiheeseen liittyy.

Hubkan ja Ederin (1996) esittelemä malli teknisen tuotteen elinkaaren vaiheista pitää sisällään teknisen tuotteen suunnittelun, mallintamisen, tuotannon valmistelun, tuotannon ja kokoonpanon, jakelun ja myynnin, käyttötoiminnot sekä tuotteen eliminoinnin ja kierrättämisen. Vaiheet ovat monimuotoisempia kuin Starkin elinkaarimallin vaiheet, mutta pääpiirteittäin ne ovat kuitenkin keskenään samanlaiset.



Kuva 2. Hubkan ja Ederin (1996) esittämä yksinkertainen malli teknisen tuotteen elinkaaren eri vaiheista.

Yleisesti tekniset tuotteet pitävät sisällään kuvan 2 esittämän elinkaaren vaiheet. Tuote- ja yrityskohtaiset erot saattavat tuoda lisää tarkennettuja vaiheita elinkaarelle. Tuote voi myös tehdä elinkaarensa aikana paluusiilmukoita takaisin aiempiin vaiheisiin. Kun on päästy ensimmäisen kerran työprosessin tarkastelun ja toiminnan muutosten vaiheeseen, voidaan mallissa palata aikaisempiin vaiheisiin ja edetä jälleen mallissa eteenpäin kunnes lopulta ollaan siinä tilanteessa, että tuote tai tekninen systeemi hävitetään. (Hubka & Eder 1996.)

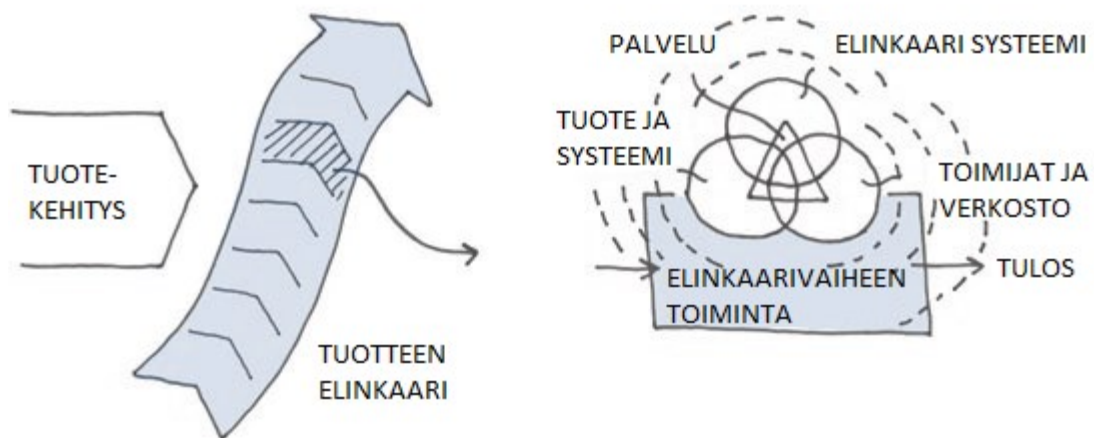
3.4.2 Elinkaaren vaiheiden toimintoja

Elinkaaren tarkastelussa on tärkeää huomioida erilaisia tekijöitä ja toimintoja, kuten tuotteen elinkaari, tuotteen kuvaus, aktiiviset syklit, toimijaverkosto, arvot, kompromissit, ympäristöanalyysi ja kohtaamiset tuotteen, elinkaarisysteemin ja toimijan välillä. Jokainen osatekijä elinkaareissa on toiminto, missä on vuorovaikusta tuotteen ja sen toimintojen välillä. Ainoastaan käytettäessä tuotetta se on itse suorittajana, kun taas kaikissa muissa toiminnoissa tuote on kohdemuuttujana ja muut elinkaaren osat ovat toimijoita. (Andreasen *et al.* 2015.)

Moni toimijoista on keskittynyt tiettyihin yksittäisiin toimintoihin tuotteen ja sen käytön välisessä suhteessa, kuten jakeluun, asennuksiin, korjauksiin tai lisätarvikkeisiin. Esi-merkkinä käyttäjä keskittyy toimintojen laatuun, kun taas valmistaja keskittyy täyttä-

mään ostajan tarpeet ja arvokäsityksen. Loppuvaiheessa tuotteen elinkaarta toimijat ovat keskittyneet parantamaan, kunnostamaan, uudelleen käyttämään, elvyttämään, kierrättämään ja turvallisesti hävittämään raaka-aineita. (Andreasen *et al.* 2015.)

Kuvassa 3 on esimerkki tuotteen yhden elinkaarivaiheen vaikutustekijöistä. Kuvasta nähdään, millaisia toimintoja yhdessä elinkaaren vaiheessa on. Kyseiseen elinkaaren toiminnan vaiheeseen päästään edellisen vaiheen lopputuloksesta. Tämän jälkeen tässä elinkaaren vaiheessa tapahtuu tuotteen, muiden vaikuttavien toimijoiden, elinkaaren itsensä sekä erilaisten palvelutoimintojen välistä vuorovaikutusta. Näiden tapahtumien tuloksena saadaan lopputulos, joka siirtyy alkutietona seuraavaan elinkaaren vaiheeseen. Kuvasta nähdään myös, kuinka tuotekehitys on vahvassa yhteydessä tuotteen elinkaareen. Tuotekehitystä kuvataan usein iteroituvana prosessina, joka pitää sisällään vaiheita suunnittelusta tuotteen lanseeraukseen ja jakeluun (Ulrich & Eppinger 2008). Tuotekehitysprosessi voidaan tässä nähdä prosessina, joka on limittäin tuotteen elinkaaren kanssa ja jossa tietoa liikkuu molempiin suuntiin.



Kuva 3. *Andreasen et al. (2015) esittämä malli elinkaaren toimintojen välisistä vuorovaikutuksista.*

Olesen et al. (1996) korostavat myös vuorovaikutusta tuotteen, elinkaarijärjestelmän ja toimintojen välillä. Toiminnon vastuulla on asianmukainen ja tehokas suoritus. Toiminnan tulokset ovat pääasiassa erilaisia toimintojen tuotoksia kuten tehokkuus, ympäristövaikutukset ja kustannukset. Uuden tuotteen toiminnan vaikutuksien tuloksia voi olla hankala arvioida, mutta ne toimivat tärkeinä viitteinä tuote- ja yritysinnovaatioille. (Andreasen *et al.* 2015.)

Tuotteiden käyttäjillä, jotka käyttävät tuotetta niiden toiminnan aikana on merkittävä rooli tuotteen elinkaaren aikana. Kun seuraamme tuotetta sen valmistuksesta hävittämiseen, monet toimijoista vaikuttavat tai ovat vaikuttaneet tuotteen kohtaloon. Näiden toimijoiden toiminnan ja arvojen ymmärtäminen vaikuttaa merkittävästi suunnittelutyöhön ja tuotteen onnistumiseen. Tuotteen elinkaareen synteessissä on tärkeää tunnistaa

nämä erilaiset toimijat, sekä huomioida ne jo tuotekehityksen aikana. (Andreasen *et al.* 2015.)

3.5 Elinkaaren tunnistaminen ja suunnittelu

Tuotteen elinkaarelle olennaista on tuotteen ja elinkaaren välinen suhde. Avainkysymys on se, onko elinkaari suunniteltu tuotekokonaisuudeksi tai yksinkertaisesti vain olemassa olevaksi? Toisin sanoen sopiiko tuotteen elinkaari vain kyseiselle tuotteelle ja siihen kyseiseen elinkaareen? Joka tapauksessa elinkaarta on ymmärrettävä ja ennustettava erityisesti kestävän toiminnan osalta. Suunnittelijoiden on ymmärrettävä, kuinka tuote ratkaisee sille tarkoitetun tehtävän ja mikä on välttämätöntä sen luomiseksi. Tällöin tarvitaan näkemys tuotteen elämänvaiheista. Tämä olisi ihanteellista tietää jo suunnittelu-toiminnan alkuvaiheessa, mutta käytännössä se tarkentuu vasta vähitellen ajan ja käyttäjäkokemuksien myötä. (Andreasen *et al.* 2015.) Tuotteen suunnitteluvaiheessa on siis mietittävä myös tuotteen elinkaarta alusta loppuun. Mikäli elinkaarta ei lainkaan mietitä tai oteta huomioon, voidaan sen päätellä vaikuttavan negatiivisesti myös tuotteen elinkaaren arviointiin.

Andreasen *et al.* (2015) esittää, että ideaalisessa elinkaaressa tulisi tunnistaa jo suunnitteluvaiheessa kaikki tuotteen elinkaaressa tapahtuvat muutokset, jolloin ne voitaisiin huomioida alusta lähtien elinkaari- ja tuotesuunnittelussa. Lisäksi perustuen tähän ideaaliseen elinkaareen tuote tulisi suunnitella siten, että sen sopivuus ja vaikutukset olisivat parhaat mahdolliset. On tärkeää muistaa, että on olemassa lukuisia erilaisia elinkaar-ia ja siten myös suunnittelijalla on mahdollisuus muuttaa tuotteen suuntaa.

Puhuttaessa tuotteen elämänkaaren muodostamisesta, käsitellään elinkaaren toimintojen ja vaikutteiden ominaispiirteitä kokonaisuutena. Nämä koostuvat tuotteelle keskeisistä tekijöistä, kuten asiakkaista ja markkinoista, myynnistä ja jakelukanavista, tarjoustyy- peistä, sijainnista arvoketjussa, tuotevalikoiman käytännöstä, kilpailuedusta sekä kierrä- tysstrategiasta. Edellä mainitut elementit ovat geneerisiä ja tuotteen elämän muodosta- minen on mukautettava jokaiselle yritykselle, projektille ja tilanteelle erikseen. (And- reasen *et al.* 2015.) Mitä tarkemmalla ja monipuolisemmalla tasolla suunnitteluvaihees- sa huomioidaan tuote ja sen elinkaaren muodostaminen, sitä helpompi sitä on tulkita ja arvioida.

3.5.1 Tuotteen ja elinkaaren sopivuus

Suunnittelijan näkökulmasta elinkaarisynteesi tarkoittaa sitä, kuinka voidaan tunnistaa ja arvioida, että tuotteesta tehdään paras mahdollinen versio sen elinkaarelle. Tämä on haasteellista, koska monella toimijoista on oma mielipiteensä sopivuudesta. Käyttäjä maksaa tuotteesta ja odottaa pitkää, ongelmatonta palveluaikaa kuin myös eettistä ja on- gelmatonta hävittämistä. Valmistaja on keskittynyt myyntiin, määräytyen miten hyvin tuote sopii käyttäjän tarpeisiin ja taloudelliseen tilanteeseen. Päätökset tuotteen ominai-

suuksien suhteen ja niiden vaikutuksista toimintoihin ovat pääasiallinen pohja sopivuutta huomioidessa. Se on tärkeää tiedostaa, että käyttäjät ovat kuitenkin suhteellisen riippumattomia, tarkoittaen että tuotteella on rajoitettu vaikutus sen käyttäjiin. (Andreasen *et al.* 2015.)

Tuotteen siirtyessä elinkaaren toimintaan tulee ottaa huomioon tuotteen tyyppin, toiminnallisuuden ja ominaisuuden sopivuus. Tyyppin sopivuus määrittelee tuotteen toiminnan soveltuvuuden ja tarkoituksen. Toiminnallinen sopivuus yhdistää tuotteen ja elinkaaren toiminnan systeemiin. Esimerkiksi tuote voi vaatia tietynlaista työkalua, jotta sen voi korjata. Lopulta ominaisuuden sopivuus voi olla enemmän tai vähemmän ideaalinen ja vaikuttaa kokonaistehokkuuteen elinkaaren eri toiminnoissa. Tämä mainittu sopivuus voi olla esimerkiksi helppo tapa valmistaa, koota, kuljettaa, asentaa tai että sillä on minimaaliset ympäristövaikutukset. (Andreasen *et al.* 2015.)

Sopivuus ei ole absoluuttinen tila vaan se riippuu ihmisen järjestelmästä, jotka joko kompensoivat tai häiritsevät sopivuutta. Tätä varten on suunniteltu valmiita kokonaisuuksia, jotka pitävät sisällään useita toimintoja, joita käyttäjät voivat aktivoida tai hyödyntää. Vastaavasti järjestelmät, joiden suhteen toimintaan dynaamisesti, muuttuvat ajan myötä. (Andreasen *et al.* 2015.) Olesenin (1992) teoria dispositioista selittää myös tätä tuotteen ja elinkaaren välistä sopivuutta. Dispositioita käsiteltiin osana käyttäytymisen mallintamista kappaleessa 3.3.

3.5.2 Elinkaaren ja sen vaiheiden tunnistaminen

Avain elinkaaren kuvantamiseen ja ymmärtämiseen on luoda tuotteelle sille sopiva elämäнкаari. Tähän liittyy kaksi eri alustavaa näkökulmaa. Ensimmäiseksi on tunnistettava yhtäläisyyksiä erilaisten mahdollisuuksien kanssa. Olemassa olevat elinkaaren vaiheet auttavat kertomaan tuotteen ja sen kokonaiselinkaaren välisistä sopivuuksista. Toiseksi on osattava tunnistaa tuotteen tuomat hyödyt jokaisessa sen eri elinkaaren vaiheessa ja verrata niitä yhtiön ja toimijan vaatimuksiin, rooleihin ja arvoihin. Esimerkkinä voimme käyttää tuotteen painon tai koon ylittämisen aiheuttamia vaikutuksia jakelua suorittaessa. (Andreasen *et al.* 2015.)

Ensimmäinen rooli on avainasemassa uusissa projekteissa, jolloin riskejä ja epävarmuustekijöitä voidaan vähentää jo suunnitteluvaiheessa. Tuskin mikään uusi projekti on niin ainutlaatuinen toimintojen ja käytön, nykyisten markkinatarjousten ja asiakassegmenttien tai myynnin puolesta, etteikö sitä voisi liittää jo olemassa oleviin elinkaarimalleihin. Tämä antaa suunnittelijalle pohjan erilaisten vaihtoehtoisten konseptien ja elinkaarisysteemien tarkastelulle. Esimerkiksi ulkoinen jakelija, joka on vastuussa pakkaamisesta ja jakelusta, voi korvata perinteisen jakelujärjestelmän. (Andreasen *et al.* 2015.)

Tuotteen elinkaaren tunnistaminen ja mallintaminen on avaintekijä, joka ajaa innovaatioihin ja mahdollistaa uusien mahdollisuuksien löytymisen. Olesen *et al.* (1996) korosta-

vat, että molemmat sekä tuote että sen elinkaari aiheuttavat useita vapausasteita suunnittelutyölle, mikä tuo mukanaan epävarmuustekijöitä. Suunnittelutyö itsessään vaatii kurinalaista lähestymistä, jotta voidaan kartoittaa potentiaaliset sopivuusongelmat, tunnistaa erilaiset dispositiot sekä arvioida niiden positiiviset ja negatiiviset vaikutukset. Olesen varoittaa lähestymistavasta, joka on liian komponentti-orientoitunut, koska se piilottaa korkeamman tason vapaat suunnitteluasteet ja niiden vaikutukset. Mallintaminen on tärkeä tuki elinkaaren tunnistamiselle, yleiskuvan antamiselle sekä apuna sidosryhmien tunnistamisessa. Kun elinkaari on epäselvä, skenaariotekniikat voivat tukea ymmärtämistä sekä mielikuvien luontia. (Andreasen *et al.* 2015.)

3.5.3 Tuotteen elinkaaren synteesi

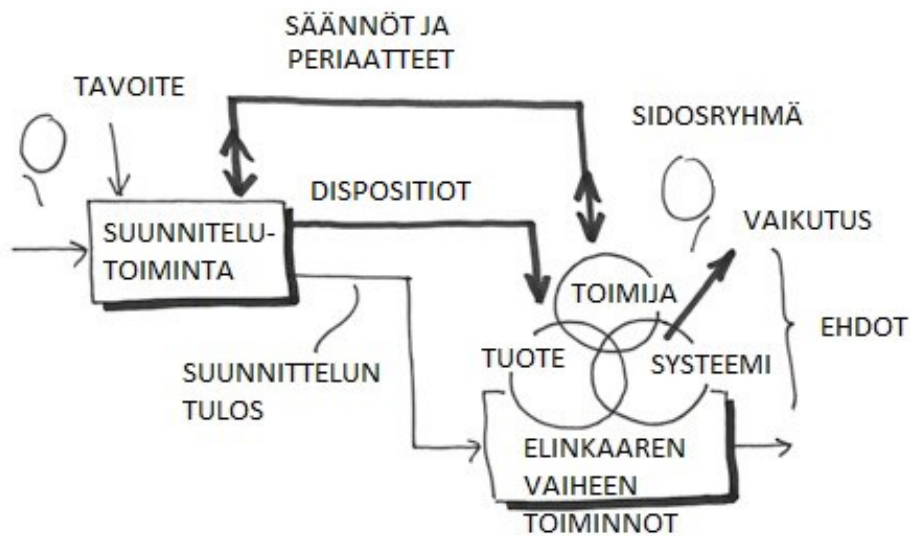
Tuotteen elinkaarisynteesi kuvaa tuotteen elinkaaren luomista suunnittelutoiminnan aikana. Tuotteen elinkaaren synteesi tiivistää koko suunnittelutoiminnan alun ideoista, tavoitteista ja suunnittelukokonaisuuksista lopulta lanseerauksen jälkeiseen myyntiin ja todellisuuteen. Tärkeää on luoda paras mahdollinen sopivuus tuotteen ja elinkaaren edellytyksille. Tuotteen elinkaarisynteessä on mukana myös käyttäjän käyttöönotto itse tuotteelle, missä joko tyytyväisyys tai tyytymättömyys on havaittavissa ja jolloin käyttäjä vähitellen kehittää näkemystään tuotteen arvosta. (Andreasen *et al.* 2015.)

Tuotteen elinkaarisynteessin keskeisin tulos on vertailu suunnitellun elinkaaren ja ideaalisen kuvauksen välillä. Toiminnan käynnistämisen jälkeiset toiminnot ovat keskittyneet myös yrityksen myyntiin, markkinointiin ja palveluyksiköihin. Nämä ovat keskeisiä tekijöitä tutkittaessa käyttäjän toimintaa ja samalla tukiessa mahdollisuuksien etsintää ja löytämistä uutta tuotetta kehittäessä. (Andreasen *et al.* 2015.)

Tuotteen elinkaarisynteessä hyvät tulokset saadaan, kun ymmärretään tuotteen ja elinkaaren välissä olevia mahdollisuuksia ja niiden järkevää hyödyntämistä. Yritysten kohtaamat ongelmat ovat juuri näiden mahdollisuuksien tunnistamisessa, niiden hyödyntämisessä ja dokumentoinnissa. (Andreasen *et al.* 2015.) Tuotteen elinkaarisynteesi antaa uutta näkökulmaa tuotteen kehittämiseen ja suhteeseen, miten käyttäjä sijoittuu elinkaareen sekä miten tuotteen arvonnousu käyttäytyy. Menestyvä elinkaari riippuu tuotteen sopivuudesta sen elämään.

3.6 Dispositiot yhdyssiteenä tuotteen ja elinkaaritoimintojen välillä

Kappaleessa 3.3 käsiteltiin Olesenin (1992) esittämää geneeristä mallia dispositioista osana käyttäytymisen mallintamista. Kyseistä mallia voidaan soveltaa myös tuotteen suunnittelutoiminnan ja elinkaariaktiiviteettien välisen yhteyden mallintamiseen. Tästä on havainnollistava kuva 4.



Kuva 4. *Andreasen et al. (2015) esittämä yleinen malli tekijöistä, jotka yhdistävät suunnittelutoiminnan elinkaariaktiviteetteihin pohjautuen Olesenin (1992) esittämään malliin.*

Kuvasta 4 voidaan nähdä kuinka tavoitteet, säännöt ja periaatteet vaikuttavat suunnittelutoimintaan sekä kuinka suunnittelutoiminta vaikuttaa sääntöjen, periaatteiden, suunnittelutuloksien ja dispositioiden kautta elinkaaren eri vaiheisiin. Elinkaariaktiviteetit vaikuttavat vastaavasti sääntöjen ja periaatteiden kautta suunnittelutoimintaan, joten koko prosessin voidaan todeta olevan monessa suhteessa toisiinsa vaikunteinen. Elinkaariaktiviteeteilla on vaikutusta myös sidosryhmiin ja olosuhteisiin.

Edellä esitetty mallintaminen voidaan suorittaa jokaiselle elinkaaren vaiheelle. Jokaista elinkaaren vaihetta ja sen toimintoja voidaan tarkastella yksitellen aloittaen ensimmäisestä vaiheesta. Kyseiselle vaiheelle määritellään kaikki mallissa näkyvät palaset. Mietitään tavoite, säännöt, periaatteet, suunnittelun tulos sekä dispositiot. Tarkastellaan vaiheen elinkaariaktiviteetteja ja mitä sen tuloksena taas saadaan aikaiseksi. Kun vaihe on tarkasteltu loppuun, siirrytään seuraavaan elinkaaren vaiheeseen, johon edellisen vaiheen tulokset vaikuttavat alkutekijöinä. Näin voidaan jatkaa elinkaaren vaiheiden loppuun asti ja lopulta saadaan mallinnettua koko tuotteen elinkaari ja siihen vaikuttavat dispositiot sekä tärkeimpien toimintojen vuorovaikutukset.

3.7 Arvontuottopotentiali

Arvontuottopotentiali merkitsee suurinta mahdollista potentiaalia mitä arvoa voidaan tuottaa lisää. Arvon käsitys on monimuotoinen, joten sen määritelmä riippuu määrittelijästä ja kohteesta. Kotlerin ja Kellerin (2012) mukaan arvolla tarkoitetaan kaikkien aineettomien ja aineellisten hyötyjen summaa, mistä asiakas maksaa. Arvo on laadun, palvelun ja hinnan yhdistelmä. Hyvällä laadulla ja palvelulla arvo voi nousta, mutta yh-

täläisesti se voi laskea suhteettoman korkean hinnan vaikutuksesta. Arvopohjaisessa tuotekehityksessä arvon muutos voidaan yksinkertaisesti laskea hyötyjen muutos jaettuna kustannusten muutoksella. Arvoa voidaan esimerkiksi kasvattaa hyötyjä lisäämällä tai vaihtoehtoisesti pienentämällä kustannuksia. (Browning 2000.)

Haverila et al. (2009) määrittelevät tuoton muodostuvan määrästä ja hinnasta. Tuotto on aikaansaavat tai aikaansaadut suoritteet kerrottuna suoritteen myyntihinnalla (Haverila et al. 2009). Tuon määritelmän perusteella arvontuotto voidaan katsoa olevan arvotekijän määrä kerrottuna arvotekijän hinnalla. Kokonaisarvontuotto on tällöin kaikkien yksittäisten arvotekijöiden arvotuotot yhteensä. Arvontuottopotentialin kokonaisarvontuoton optimilla tarkoitetaan paljonko arvontuotto voi kaiken kaikkiaan suurimmillaan olla.

Elinkaaren näkökulmasta arvontuottopotentialilla tarkoitetaan tässä työssä sitä, kuinka paljon arvoa tuote voi tuottaa yhteensä koko sen elinkaaren aikana. Pienemmäksi osaksi pilkottuna sillä tarkoitetaan myös, kuinka paljon arvoa tuotteen eri elinkaaren vaiheet voivat tuottaa. Tähän taas sisältyy se, kuinka paljon arvoa tuotteen eri ominaisuudet tuottavat.

Arvoon on vahvasti sidoksissa myös laadun käsitys. Laatu on tuottavuuden kanssa kannattavuuden keskeisimpiä syytekijöitä. Tuntemalla laatuun sekä tuottavuuteen vaikuttavat tekijät saadaan niille muodostettua arvo tai määritys, joiden perusteella saadaan muodostettua kannattavuudelle arvo tai määritys. Kannattavuusoptimissa voitto on maksimissa (Haverila et al. 2009). Seuraavassa kappaleessa tarkastellaan tarkemmin kannattavuuden toista osatekijää eli laatua.

3.7.1 Laatu

Laadun käsite voidaan ymmärtää suppeammin tai laajemmin (Haverila et al. 2009). Laatu on aina suhteellista ja miten se määritellään, riippuu usein sekä määrittelijästä että kohteesta. Kotlerin ja Kellerin (2012) mukaan laadulla tarkoitetaan kokonaisuudessaan sellaisen tuotteen tai palvelun toimintoja ja ominaisuuksia, jotka vastaavat sen kyvystä täyttää sille asetetut vaatimukset ja siihen kohdistuvat odotukset. Samantyyllisen määritelmän laadulle antaa myös Hubka ja Eder (1996), joiden mukaan laatu voidaan nähdä tuotteen tai toiminnon ominaisuuksien kokonaisuutena, jotka vastaavat niiden kykyyn täyttää tietyt vaatimukset.

Laatu jaetaan usein laatumuuttujiin eli erilaisiin osatekijöihin, joita on helpompi ohjata ja valvoa (Haverila et al. 2009). Teknisen systeemin laatu nähdään ominaisuuksien laadun summana. Kokonaisarvo voidaan muodostaa yksinkertaisilla arvon lisäyksillä, mutta todennäköisempää on yhden ominaisuuden yhteisvaikutus toiseen ominaisuuteen, jossa toisen kohde parantaa tai heikentää toisen ominaisuuden kohdetta. (Hubka & Eder 1996.)

Systeemin kehittäminen sisältää osa-alueita, jotka ovat syitä teknisen systeemin laadulle. Näistä osa-alueista merkittävimmät ovat suunnittelunlaatu, tuotannonlaatu ja menetelmien laatu. Suunnittelun laadulla on isoin vaikutus teknisen systeemin laatuun. (Hubka & Eder 1996.) Suunnitteluvaiheessa joudutaan tekemään paljon päätöksiä tuotteen tai teknisen systeemin osalta, joiden laadullisen vaikutuksen näkee vasta myöhemmin. Esimerkiksi kokoonpantavissa tuotteissa komponenttivalinnoissa saattaa esiintyä kompromisseja hinnan ja odotetun eliniän välillä mikä vaikuttaa tuotteen kokonaiseliniikään ja -laatuun.

Tuotannonlaatu pitää sisällään myös kokoonpanonlaadun, mitataan teknisen systeemin tuotetuista komponenteista, osista ja kokonaisuudesta. Menetelmien laatu pitää sisällään palvelun, kulutuksen ja käytön. Sitä ilmenee vain, kun teknistä systeemiä on käytetty. Tämä sisältää myös tarpeelliset sekundaariset prosessit, kuten esimerkiksi kunnossapidon, huollon, korjaukset, kunnostamisen, parantamisen, kierrättämisen ja konkurssin. (Hubka & Eder 1996.)

Tuotteen elinkaaren aikana laatua voidaan katsoa olevan itse tuotteessa ja sen ominaisuuksissa. Tämä laatu syntyy jo tuotteen suunnitteluvaiheesta alkaen ja jokainen vaihe suunnittelusta toteutukseen ja valmistukseen voivat lisätä tuotteen laatua. Tuotteen täytessä sille odotetut vaatimukset ja jopa ylittäessä ne, voidaan tuote nähdä laadukkaana. Laadukas tuote taas lisää tuotteen arvoa. Laatu on tällöin arvoperusteinen, jolloin tuotteen tai palvelun arvo voidaan määritellä ja laskea kaavalla $\text{arvo} = \text{laatu} / \text{hinta}$ (Andersson & Tikka 1997). Seuraavassa kappaleessa käsitellään ominaisuuksien arvoa, jotka ovat osa tuotteen arvoa.

3.7.2 Ominaisuuksien arvo

Tuotteen ominaisuuksien arvon määrittäminen on haastavaa, mutta myös kriittinen osa tuotteiden kehitystyötä sekä markkinointia. Yleisesti ominaisuuksien arvoa voidaan arvioida käyttäjän tyytyväisyyden ja tarpeen tyydyttämisen mittareilla. Kun arvoa määritetään tällä tavalla, voivat käyttäjät mielipiteillään ja käyttäjäpalautteillaan ohjata tuotteen määrittämistä ja sen ominaisuuksien muodostamaa arvoa. (Allenby *et al.* 2014; Andreassen *et al.* 2015.)

Käyttäjien havainnot ominaisuuksista ovat subjektiivisia, mikä taas heijastaa siihen, että he tarkastelevat tuotetta kokonaisuutena eivätkä yksittäisinä ominaisuuksina. Tätä tukee myös se, että käyttäjät ostavat mieluummin tuotteita kuin teknologioita (Schuh *et al.* 2012). Käyttäjän silmissä yksikön ominaisuudet määrittää *properties* -ominaisuuksien arvon. Nämä *properties* -ominaisuudet ovat seurausta tuotteen *characteristics* -ominaisuuksista. Merkityksellistä on myös se, miten tuote on vuorovaikutuksessa muiden tuotteiden ja osien kanssa eli esimerkiksi miten mahdolliset integraatiot on toteutettu. (Andreassen *et al.* 2015.)

Hubka ja Eder (1996) näkemyksen mukaan ominaisuuden arvo esittää ominaisuuden mittaa eli kokoa, kuntoa tai suoritusmuotoa konkreettisessa tapauksessa. Arvo voidaan ilmaista laadullisesti esimerkiksi iso tai pieni. Arvoa voidaan ilmaista myös määrällisesti kuten mittayksiköiden avulla. Arvoasteikkoa voidaan määritellä eri tavoin ja kokonaisarvo koostuu useista eri ominaisuuksien arvoista, kokonaisvaltaisen arvioinnin muodostamiseksi. Kun laatu nähdään tuotteen tai toiminnon ominaisuuksien kokonaisuutena, voidaan sen avulla muodostaa kokonaisarvo. Kokonaisarvon muodostamiseksi tehdään ominaisuuksien systeemin kokonarviointi. Kokonaisarvo muodostuu kaikkien relevanttien *properties* -ominaisuuksien yksittäisistä arvoista. (Hubka & Eder 1996.)

Arvoanalyysimenetelmällä voidaan vertailla ominaisuuksien laatua tai laatuja. Arvoa voidaan ilmaista muun muassa pisteillä, indeksilukemalla tai rahallisella arvolla (Schuh *et al.* 2012). Alla olevassa taulukossa 1 on Anderssonin ja Tikan (1997) esittämä esimerkki arvo-analyysistä, jossa käytetään pisteytystä paino-arvon kanssa. Siinä on vasempaan reunaan listattuna ominaisuudet, joista jokaiselle on annettu yksilöllinen painoarvo. Tämän jälkeen omalle tuotteelle sekä kilpailijoiden tuotteelle lasketaan arvot. Oikeassa reunassa näkyy kriittinen ero suhteessa muiden kilpailijoiden parhaaseen tulokseen. Kriittisen eron ollessa negatiivinen on kilpailijan tuote siinä ominaisuudessa arvokkaampi ja oma tuote on eron verran perässä. Kriittisen eron ollessa positiivinen on oman tuotteen kyseinen ominaisuus sen verran arvokkaampi verrattuna seuraavaksi parhaaseen kilpailijaan.

Taulukko 1. Esimerkki arvo-analyysistä (Andersson & Tikka 1997).

| Ominaisuus | Painoarvo | Oma tuote | Kilpailija 1 | Kilpailija 2 | Kriittinen ero |
|-----------------|-----------|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------|
| Hinta | 0,2 | $6 \times 0,2 = 1,2$ | $4 \times 0,2 = 0,8$ | $8 \times 0,2 = 1,6$ | -0,4 |
| Toimivuus | 0,1 | $7 \times 0,1 = 0,7$ | $6 \times 0,1 = 0,6$ | $7 \times 0,1 = 0,7$ | 0 |
| Luotettavuus | 0,05 | $9 \times 0,05 = 0,45$ | $6 \times 0,05 = 0,3$ | $5 \times 0,05 = 0,25$ | +0,15 |
| Ulkonäkö | | | | | |
| Käyttöohje | | | | | |
| ... | | | | | |
| Yhteensä | 1,0 | 7,25 | 6,4 | 8,3 | |

Arvoanalyysi on monikäyttöinen ja helposti käytettävä menetelmä. Siinä näkyy hyvin muuttujien välisten riippuvuuksien voimakkuus. (Andersson & Tikka 1997.) Kyseisen

arvo-analyysi menetelmän avulla saadaan omalle tuotteelle muodostettua arvo, joka perustuu kilpaileviin tuotteisiin. Menetelmä on hyvä, kun sitä käytetään osana tuotteen arvon määrittämistä, muttei arvoa kannata täysin perustaa kyseisen menetelmän tulokseen.

4. ARVONTUOTON ARVIOINTIMALLEJA

Arvon määrittämiseksi voidaan hyödyntää erilaisia arvostusmenetelmiä ja arvontuoton arviointimalleja. Arvostusmenetelmät voidaan jakaa kahteen kategoriaan sen perusteella onko kyseessä fundamentaalinen menetelmä tai tekninen/statistinen/graafinen - menetelmä. Fundamentaalisessa menetelmässä taustalla oleva oikeudenmukainen tai sisäinen arvo voidaan johtaa tulevien kassavirtojen diskonttaamisella nykyhetkeen. Menetelmän ollessa tekninen/statistinen/graafinen käytetään yleisemmin historiatietoihin perustuvia kaavioita ennustaakseen potentiaalisen arvonmuutoksen, osakekurssinmuutoksen tai molempia. Menetelmiä voidaan käyttää myös yhdessä. (Rudemo 2012.)

Valitessa mallia tai metodologiaa arvon määrittämiseksi, on tärkeää ymmärtää ja varmistaa, että työkalu sopii sille kohteelle, jonka arvoa halutaan määrittää. Mallin tulee olla yksinkertainen, sillä mallin ollessa liian monimutkainen kasvaa riski, että huomio ajautuu liian kriittisten asioiden tarkasteluun. Arvon määrittämisen tarkoituksena on tarjota asianmukaista tietoa, kannustimia ja ohjausprosesseja muun muassa johdon päätösten tueksi. (Aust 2009.)

Arvoa määritettäessä on ymmärrettävä, että mitkä toimijat tai toiminnot luovat ja nostavat arvoa sekä toisaalta mitkä heikentävät tai peräti tuhoavat arvoa. Arvon määrittämisessä on myös kyse suhteellisesta arvosta ja sen suunnasta. On tärkeää ymmärtää mitkä liiketoimintoyksiköt tai toiminnot lisäävät arvoa, mitkä ovat neutraaleja suhteessa arvoon sekä mitkä heikentävät arvoa ja kuinka näiden suhteet muuttuvat ajan saatossa. (Aust 2009.)

Seuraavassa osiossa esitellään viisi erilaista menetelmää tai työkalua arvon määrittämiseksi. Valintakriteereinä menetelmille olivat muun muassa sellaiset, että mallissa tarkasteltaisiin tuotetta, elinkaarta ja arvoa liittyen johonkin tuotteen tai elinkaareen osaan. Osa vastaan tulleista menetelmistä tarkasteli joko yrityksen arvoa tai tuotteen markkina-arvoa, mikä ei ole relevanttia tämän työn tarkoitukseen. Kussakin valitussa menetelmässä lähestymistapa on hieman erilainen toisiinsa nähden. Kaikki tässä työssä esitetyt mallit eivät anna suoraan tuotteen arvontuottoa tuloksena, vaan syvenyvät jonkun muun keskeisen osuuden määrittämiseen. Esimerkiksi tuotteen elinkaarikustannusten tarkkaan määrittämiseen, jokaisessa tuotteen elinkaaren vaiheessa. Tätä tietoa voidaan taas käyttää apuna muodostaessa tuotteen arvontuotolle yleistä mallia.

Ensimmäisenä tutustutaan tarkemmin BusinessChampion -työkaluun, johon tämän työn tuloksilla on tarkoitus esittää kehittämisideoita. Toisena menetelmänä esitellään Kádárová et al. (2015) kehittämä elinkaarikustannuslaskentaan tarkoitettu työkalu. Tä-

mä valittiin siitä syystä mukaan, koska se tarkastelee tuotteen elinkaarta tarkasti ja antaa siitä hyvää tietoa. Kolmantena tutustutaan Bovea ja Vidalin (2004) esittelemään malliin, jonka avulla voidaan lisätä arvoa asiakkaan tuotteeseen suunnitteluprosessin aikana. Malli valittiin mukaan, koska se huomioi tuotteen elinkaaritarkastelun, malli on selkeä ja se huomioi ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon tuoman arvon lisäyksen. Neljänneksi malliksi valikoitui Park ja Park (2004) ehdottama uuden teknologian arvon määrittämiseen soveltuva malli, koska sen avulla voidaan monipuolisesti määrittää tuotteen teknologialle arvo. Viimeisenä mallina esitellään Xing et al. (2013) arvonmäärittäysmalli tuote-palvelukehitykseen liittyvien päätösten tueksi, mikä perustuu elinkaaritarkasteluun. Tämä valittiin viimeiseksi menetelmäksi, koska se on kattava, melko uusi ja se tarkastelee tuotteen arvoa.

4.1 Arvostusmenetelmä 1

Ensimmäinen arvostusmenetelmä on Juuti et al. (2015) kehittämä BusinessChampion työkalu. BusinessChampion on yritykseen kohdistuvien vaikutusten analysointiin tarkoitettu työkalu. Työkalun avulla voidaan tunnistaa tuotteen tai palvelun liiketoimintahyötyjä. Sen käyttö on kohdennettu liiketoiminnan kehittämishankkeiden suunnittelu- vaiheeseen. Työkalua voidaan käyttää myös silloin, kun halutaan tavoittaa liiketoimintahyötyjä samalla kun varmistetaan oleellisten toimintojen käynnissä pysyminen kehitysprojektien toteuttamisen aikana. (Juuti et al. 2015.)

BusinessChampion perustuu yli 15 vuotta kestäneisiin tutkimusprojekteihin ja yli 30 case tapaukseen. Tutkimustapaukset ovat teollisuudesta, joiden toiminta-alueena on uuden tuotteen tuotekehitys. Useimpien tapauksien kohdalla tuotekehitysprojektien vaikutus tulokseen ei ollut niin merkittävä kuin odotettiin. Tutkimus suoritettiin liiketoimintalähtöisessä tuotekehityksessä ja se osoitti, että potentiaalisten liiketoimintahyötyjen ja todellisten toteutuneiden hyötyjen välinen ero jäi suureksi. (Juuti et al. 2015.)

Tutkimuksesta kävi ilmi, että toteutuvia hyötyjä edistäviä tärkeimpiä tekijöitä laiminlyödään, koska painopiste tuotekehityksessä on ollut itse tuotteessa ja sen ominaisuuksissa, eikä jokapäiväisissä asioissa kuten valmistuksessa, asennuksessa, testauksessa tai käyttöönotossa. Tyypilliset liiketoimintahyödyt ovat peräisin useasta eri vaiheesta tuotteen elinkaarelta ja tuotetietojen ollessa helposti saatavilla, ne ovat päteviä ja johdonmukaisia auttamaan analysoinnissa ja jatkopäätösten teossa. BusinessChampion -työkalu kiinnittää huomionsa juurikin tunnistaa liiketoiminnan hyötyjä kokonaisvaltaisesti jokaisesta tuotteen elinkaaren vaiheesta. Tämä mahdollistaa tavoitteiden asettamisen yritykseltä ja projektilta operatiivisesti. Tämä lähestymistapa on uusi tuotekehitysprojekteissa, tavoitteiden asettamisessa ja vaatimusten hallinnassa. (Juuti et al. 2015.)

4.1.1 BusinessChampion -malli

BusinessChampion on tarkoitettu käytettäväksi johdetuissa työpajoissa eli workshopeissa. Ennen workshopia on päätettävä muutamista pääyksityiskohdista ja asioista asiakkaan kanssa. Ensimmäiseksi on päätettävä mihin tuotteeseen tai palveluun tullaan keskittymään workshopissa. Arviointi perustuu myyntiarvioon, minkä johdosta saadaan tietoon, kuinka monta tuotetta on myyty ja toimitettu per vuosi. Toimitusten määrä on kriittinen tekijä ja se on myös näkyvillä workshopin aikana. (Juuti *et al.* 2015.)

Workshopeissa keskitytään valittuihin liiketoimintahyötyihin, jotka analysoidaan avainparametreja hyväksi käyttäen. Valmistavassa teollisuudessa avainparametrit ovat tyypillisesti tuotekustannukset, toimitusaika, resurssien käyttöaste, arvo asiakkaalle ja lisämyynti. Ennen workshopia parametreista keskustellaan ja niistä valitaan tähän workshopiin tarkoituksenmukaisimmat. Riippuen mitä avainparametreja käytetään, oleelliset tuotetiedot täytyy olla saatavilla, kuten tuotteen kustannusrakenne. (Juuti *et al.* 2015.)

Tuotteen tai palvelun liiketoimintahyödyt analysoidaan perustuen sen elinkaareen. Oleelliset elinkaarenvaiheet on valittu perustuen keskusteluun ennen workshopia. Jokaiseen elinkaarenvaiheeseen liittyy yhdestä kolmeen kysymystä, joiden on tarkoitus haastaa workshopiin osallistujat miettimään, kuinka arvo toteutuu kyseisessä uuden tuotteen elinkaaren vaiheessa. (Juuti *et al.* 2015.)

Työkalun pohjana on taulukko, jota täydennetään ohjeiden mukaisesti. Parametrit sijoitetaan tähän taulukkoon sarakkeisiin. Elinkaaren vaiheet ja niitä koskevat kysymykset sijoitetaan puolestaan taulukon riveille. (Juuti *et al.* 2015.)

Workshopin aikana liiketoimintahyötyjä arvioidaan yksikössä euroa (€) per vuosi. Jokaisen kysymyksen tulisi kannustaa keskustelemaan sen vaiheen potentiaalisesta hyödyistä. Erityisen tärkeää on saada keskusteluiden pohjalta kirjattua, miten kyseiseen arvioon on päädytty kunkin potentiaalisen hyödyn kohdalla. Esimerkiksi uusi tuote vaatii toimittamaan 15 henkilökuukautta vähemmän. Jos näistä tuotteista myydään kymmenen kappaletta per vuosi, niin silloin kokonaishyöty on 150 henkilökuukautta. Tässä tapauksessa henkilökuukauden kustannus per kuukausi on 30,000 €, jolloin kokonaishyödyn tulos on 4.5 miljoonaa euroa per vuosi. Jokainen hyöty on siis käännetty ja laskettu euroiksi. Miten siihen on päädytty eli päättelylogiikka sen takana, on dokumentoitu taulukkoon. (Juuti *et al.* 2015.)

Työpaja perustuu dialogiin ja se on erityisen tarpeellinen silloin, kun päätetään minkä avainparametrin alle hyödyt dokumentoidaan. Yllä oleva esimerkki menee resurssiparametrin alle, mutta melko usein se on enemmän workshopiin osallistuvien mielipide siitä, minne hyödyt dokumentoidaan taulukossa. Liiketoimintahyödyt todennetaan saatavilla olevista tuotetiedoista. Kun arviointi osoittaa isojen säästöjen mahdollisuuden,

luokkaa 40–70 %, tulee arviointi tarkastella tällöin uudestaan. Kun jokainen kysymys on käsitelty ja arvot todennettu, kokonaisliiketoimintahyödyt saadaan näkymään taulukon oikeassa alakulmassa. (Juuti *et al.* 2015.)

Työkalun taulukosta on esimerkki liitteessä A. Se on suunniteltu toimitusprojektille, jossa esimerkkinä vertaillaan paletti-, rata- ja robottiratkaisua keskenään. Taulukkoon kirjattujen apukysymysten avulla täytetään taulukon solut euromääräisesti. Työkalu on jaettu kolmeen pääosioon, josta ensimmäinen on toimitusprojektin tarkastelu, toinen on arvontuotto ja kiinteät kulut sekä kolmantena on investoinnit. Taulukosta näkee helposti maksimihyödyt ja totaali-investoinnin kustakin vaihtoehdosta.

4.2 Arvostusmenetelmä 2

Toinen arvostusmenetelmä on Kádárová *et al.* (2015) esittelemä elinkaarikustannuslaskentaan tarkoitettu työkalu. Product life cycle costing (PLCC) eli elinkaarikustannuslaskennalla tarkoitetaan työkalua, joka mahdollistaa strategisen kustannusten hallinnan tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikana. Tuotteiden kulujen analysointi kaikissa sen elinkaaren vaiheissa antaa laaja-alaista tietoa päätöksiä tekeville tahoille. Elinkaarikustannusten pääasiallinen tarkoitus on arvioida tuotteen kustannuksia koko sen elinkaaren ajalta, mutta myös varmistaa taloudellinen tuotto koko syklin ajan. Elinkaarikustannuslaskenta edustaa laajempaa käsitystä tuotekustannuksista, kun siinä otetaan huomioon tutkimus- ja kehitystoiminnan kulut sekä muut tuotantoa edeltävät vaiheet ja tuotantoketjun lopettamiseen tarvittavat kulut. (Kádárová *et al.* 2015.)

Elinkaaren hallintaa voidaan kutsua tuotteen elinkaaren hallintajärjestelmäksi. Se sisältää muun muassa elinkaarisuunnittelun, elinkaariarvioinnin, elinkaaren vaikutusten arvioinnin, elinkaaren inventoinnin sekä elinkaaren kustannuslaskennan. Elinkaarikustannukset ennen tuotannon aloittamista perustuvat tuotteen elinkaaren pituuteen, elinkaaren aikana myytyjen tuotteiden arvioituun määrään, hintojen odotettuun kehitykseen ja tuotteeseen liittyviin arvioituihin kokonaiskustannuksiin. Ennen tuotantoa tehtävät päätökset muodostavat koko elinkaaren aikana aiheutuneista kustannuksista 80–85 % osuuden. (Kádárová *et al.* 2015.)

4.2.1 Product Life Cycle Costing -malli

Tuotteen elinkaaren kustannusanalyysin avulla voidaan laskea halutulle tuotteelle elinkaarikustannukset. Nämä voidaan laskea, kun määritetään tuotteelle tutkimus- ja kehityskulut, investointikustannukset sekä toiminta- ja ylläpitokustannukset. Elinkaaren kokonaiskustannukset ovat edellä mainitut kustannuserät laskettuna yhteen. Investoinnit pitävät sisällään valmistus- ja rakennuskustannukset sekä alustavat logistiikan tukikustannukset. Toiminta- ja ylläpitokustannukset pitävät sisällään käyttökustannukset, ylläpitokulut, järjestelmän/laitteen muutokustannukset sekä järjestelmän hävittämiskustannukset. (Kádárová *et al.* 2015.) Esimerkiksi jos yritys on ostamassa uutta konetta ja

vaihtoehtoja on useampi, tällöin kustakin koneesta voidaan laskea elinkaarikustannukset, jonka tulosten perusteella voidaan tehdä ostopäätös.

Elinkaaren kustannusmallia voidaan esittää Kádárová et al. (2015) mukaan seuraavan 8 vaiheen mukaisesti:

1. Toimintoprofiilin määrittäminen
 - a. Tuotteen, esimerkiksi tuotantolaitoksen, elinkaaren tai -vaiheen läpi tapahtuvan jaksollisen jakson ominaispiirteiden määrittäminen.
 - b. Tässä vaiheessa määritellään laitteen käyttöiän aikana toimiva laitejärjestelmä.
2. Tehokkuuteen vaikuttavien tekijöiden määrittäminen
 - a. Operatiivinen profiili määrittelee laitteen toimivuuden tai toimimattomuuden.
 - b. Tehokkuustekijät kertovat siitä, miten laite toimii yksittäisten toimintajärjestelmien suhteen (jatkuvasti, ajoittain, ei lainkaan ...).
3. Kaikkien kustannuserien määrittäminen
 - a. Alkuperäiset varaosakustannukset, alkuperäiset hankintamenot, korjaamiskustannukset, ylläpitokulut sekä käyttökustannukset.
4. Kriittisten kustannusparametrien määrittäminen
 - a. Parametrien määrittäminen, jotka vaikuttavat elinkaarikustannuksiin.
 - b. Esimerkiksi vikojen, korjausten, saneerausten tai kunnossapidon aiheuttama ajanjakso kestoaltaan.
5. Kaikki kustannukset lasketaan keskimääräisten hintojen perusteella.
6. Keskimääräisten hintojen lisäkustannukset inflaation vaikutuksesta.
7. Kaikkien kustannusten diskonttaaminen alkuvaiheessa.
8. Diskontattujen kustannusten yhteenvedo.

Näiden kahdeksan vaiheen jälkeen saadaan tuotteen elinkaarikustannus eli PLCC. PLCC on iteroitava prosessi, jossa käsitellään mahdollisuuksia päätöksenteossa tietyllä pisteellä ja analyysi toistetaan tulevissa elinkaaren vaiheissa tarkempien tietojen ja asiakkaiden muuttuvien vaatimusten osalta. Tämän perusteella ehdotettu malli koostuu tietojen keruusta, PLCC-laskelmista, herkkyyshanalyysistä, riskianalyysistä ja elinkaariana-

lyysistä. Lopuksi tulokset analysoidaan ja suositeltavan toimintatavan sekä vaihtoehdon valinta tapahtuu asiakkaan toimesta. (Kádárová *et al.* 2015.)

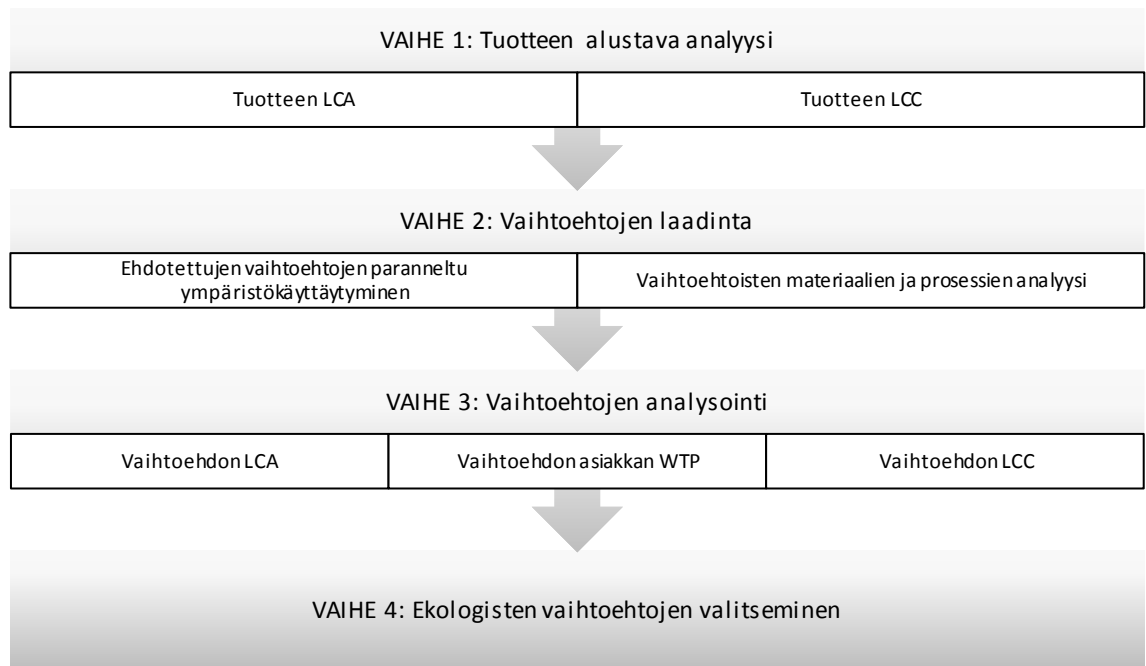
4.3 Arvostusmenetelmä 3

Kolmas arvostusmenetelmä on Bovea ja Vidalin (2004) esittelemä malli, jonka avulla voidaan lisätä arvoa asiakkaan tuotteeseen suunnitteluprosessin aikana. Apuna tähän hyödynnetään ympäristö-, kustannus- ja asiakasarvioinnin integrointia. Malli pohjautuu kolmeen eri menetelmään. Nämä menetelmät ovat elinkaariarviointi eli Life Cycle Assessment (LCA), elinkaarikustannukset eli Life Cycle Cost (LCC) ja mahdollisuuksien arviointi eli Contingent Valuation (CV). Elinkaariarvioinnin avulla on tarkoitus arvioida ympäristövaatimuksia. Elinkaarikustannusten avulla tutkitaan tuotteen sisäisiä ja ulkoisia kustannuksia. Mahdollisuuksien arvioinnilla halutaan määrittää asiakkaan arvo suhteessa hänen halukkuuteensa maksaa tuotteesta eli willingness-to-pay arvo (WTP). Näiden tuloksien pohjalta voidaan päätellä mikäli tuotetasoa voidaan lisätä käyttämällä entistä enemmän kustannuksia kasvattavia suunnitteluresursseja, joka toisaalta vähentää samanaikaisesti sekä ympäristövaikutuksia että ulkoisia kustannuksia minkä lisäksi valmistajayritys voi noudattaa maksimaalisen tuoton strategiaa. (Bovea & Vidal 2004.)

4.3.1 Integrated Valuation Method -malli

Bovea ja Vidalin (2004) esittämä integroitumalli koostuu neljästä vaiheesta, kuten kuvassa 5 on esitetty. Ensimmäinen vaihe on tuotteen alustavan analyysin teko, toinen vaihe eri vaihtoehtojen laadinta, kolmas vaihe vaihtoehtojen analysointi ja viimeisenä vaiheena on ekologisten vaihtoehtojen valitseminen.

Mallin ensimmäisessä vaiheessa tarvitaan tarkat lähtötiedot tuotteesta, jotta voidaan muodostaa tuotteen elinkaariarviointi LCA sekä mallinnettua elinkaarikustannukset LCC. Tästä johtuen malli soveltuu pääasiassa tuotteen suunnitteluprosessin viimeisiin vaiheisiin, suoritusmuotojen ja yksityiskohtien suunnitteluun ja viimeistelyyn. Menetelmää voidaan soveltaa myös uudelleensuunnittelun aikana, kun pienet muutokset jotka liittyvät esimerkiksi materiaaleihin, pintakäsittelyyn tai prosessin korvaamiseen on sisälletty alkuperäiseen malliin. Näin voidaan saada aikaiseksi suunnitteluratkaisuja, joilla on paremmat ympäristövaikutukset. (Bovea & Vidal 2004.)



Kuva 5. Bovea ja Vidalin (2004) esittämä integroitumalli.

Ensimmäisessä vaiheessa muodostetaan tuotteen alustava analyysi. Vaiheen tavoitteena on tehdä selvitys tuotteen alkuperäisestä ympäristöprofiilista, jotta voidaan tunnistaa sen elinkaaren osat tai vaiheet, joilla on huonoin ympäristövaikutus. Päästääkseen tähän määritellään ensin tuotteen rakenne koko sen elinkaaren ajalle. Tämän jälkeen toteutetaan elinkaaren inventaario kaikille tuotteen rakenteen komponenteille ja tuotteen elinkaaren analysointi suoritetaan LCA:n vaiheiden mukaisesti (tavoitteen määrittely, inventaario, vaikutusten arviointi ja tulosten tulkinta). Lopuksi tehdään arvio tuotteen elinkaarikustannuksista LCA sisäisten sekä ulkoisten kustannusten summana. Ensimmäisen vaiheen tuloksena saadaan arvioitavien tuotteiden ympäristöprofiilit. (Bovea & Vidal 2004.)

Toisessa vaiheessa laaditaan vaihtoehdot. Aluksi tarkastellaan elinkaaren osia ja vaiheita, joita on ympäristönäkökulmasta tehostettava. Siihen tarvitaan kaikki ympäristötiedot samanlaisista tuotteista ja vaihtoehtoisista materiaaleista tai prosesseista, jotka täyttävät saman toiminnon kuin alkuperäisessä suunnitelmassa. Saadaan tutkittua elinkaaren materiaalit / prosessit, joilla on sama tehtävä kuin parannetuiksi valituilla komponenteilla. Tarkoituksena on tuottaa entistä ekologisempia vaihtoehtoja korvaamalla tavoiteosat, prosessit tai materiaalit sellaisilla, joilla on vähäisempi vaikutus ympäristöön. Tuloksesta saadaan ehdotus, joka koostuu n kappaleesta vaihtoehtoja, jotka parantavat tuotteen alkuperäistä ympäristövaikutusta. (Bovea & Vidal 2004.)

Kolmannessa vaiheessa analysoidaan edellisessä vaiheessa syntyviä vaihtoehtoja kolmesta eri näkökulmasta. Tehdään analyysi ympäristönäkökulmasta, jossa sovelletaan LCA -menetelmää kullekin ympäristöystävällisemmälle vaihtoehdolle. Vaihtoehtoja analysoidaan myös taloudellisesta näkökulmasta, jossa hyödynnetään LCC -

menetelmän soveltamista jokaiseen paranneltuun vaihtoehtoon. LCC -menetelmän avulla saadaan taloudellinen arviointi jokaisesta vaihtoehdosta sekä se samalla ottaa huomioon sisäisten ja ulkoisten kustannusten välisen eron. Lopulta analysoidaan vaihtoehtoja myös kuluttajan näkökulmasta, johon sovelletaan CV -menetelmään pohjautuvaa kyselyä. Tämän avulla saadaan selvitettyä, kuinka paljon kuluttaja on halukas maksamaan ympäristöstä välisemmästä vaihtoehdosta. (Bovea & Vidal 2004.)

Viimeisessä vaiheessa tehdään valinta. Yhteiskunnan näkökulmasta ekologisen tuotteen ympäristövaikutukset ja ulkoiset kustannukset on oltava alhaisemmat kuin alkuperäisen tuotteen. Tuotteen valmistamisen täytyy olla myös kannattavaa yritykselle. Lisäksi ympäristöystävällisemmän suunnittelun avulla saatavan taloudellisen voiton on useimmiten oltava vähintään samalla tasolla kuin alkuperäisellä suunnittelutavalla. (Bovea & Vidal 2004.)

Mallissa korostetaan sitä arvoa, minkä asiakas antaa tuotteen erilaisille ympäristöystävällisimmille parannuksille. Tämä arvo saadaan, kun selvitetään paljonko asiakas on halukas maksamaan kyseisestä tuotteesta. Mallin avulla saadaan hyvin tietoa tuotteen elinkaaresta, kun alussa suoritetaan tuotteen elinkaariarviointi ja lasketaan elinkaarikustannukset. Näitä tietoja voi hyödyntää myös muutenkin yrityksen muissa toiminnoissa ja projekteissa.

4.4 Arvostusmenetelmä 4

Neljäs arvostusmenetelmä on Park ja Park (2004) ehdottama uuden teknologian arvon määrittämiseen soveltuva malli. Malli perustuu teknologiaominaisuuksien ja markkina-tekijöiden väliseen rakenteelliseen suhteeseen. Mallin tarkoituksena on antaa rahaperusteinen arvo tekijäpisteiden tai indeksin sijasta. Esitettävä malli on yhdistelmä useammasta eri mallista. Uusi menetelmä perustuu yksittäisiin moduuleihin, missä kukin moduuli keskittyy tiettyyn toimintoon ja yhdessä ne muodostavat kokonaisvaltaisen viitekehyksen. (Park & Park 2004.)

Yksittäiset mallit eroavat toisistaan kriteerien ja menetelmien perusteella, ja teknologian arvo voidaan näissä esittää pisteillä, indeksinä tai rahallisena arvona. Pisteytysmalli on laajasti käytetty ja siinä ehdotetaan useita arvostustekijöitä, joille kullekin arvioidaan subjektiivisesti pisteytys tai kerroin. Sitten teknologian kokonaispistemäärä lasketaan lisäämällä ja/tai kertomalla yksittäisiä pisteitä. Malli on suosittu sen yksinkertaisuuden ja kestävyysden takia, mutta piste ei kerro suoraan arvon todellista merkitystä, toisin kuin indeksimalli, joka yleensä kehittää funktionaalisen arviointimenetelmän, joka lopulta tuottaa teknologian yhdistelmäarvon. Malli on joustavampi, mutta kärsii samoista puutteista kuin pisteytysmalli. (Park & Park 2004.)

Rahaperusteinen arvomalli pyrkii mittaamaan teknologian rahallista arvoa. Periaatteessa malli käyttää pääomalaskennan menetelmiä, jotka arvioivat diskontattua kassavirtaa

teknologian nykyarvon tuottamiseksi. Mallin positiivisena puolena on, että se antaa arvon konkreettisessa merkityksessä eli rahallisessa muodossa. Negatiivisena puolena mallissa on, että rahallisen arvon mallin diffuusioaste on epätydyttävä. Se johtuu pääasiassa luotettavuuden puutteesta parametrien arvioinnissa sekä teoreettisen taustan ymmärtämisen vaikeudesta. (Park & Park 2004.)

Edellä esitettyjen mallien hyvien ja huonojen puolien perusteella, Park ja Park (2004) näkevät välttämättömänä kehittää teknologian arvonmäärittämis mallin, joka perustuu helposti ymmärrettävään ja käytännössä sovellettavaan rahaperusteiseen arvomalliin. Taulukkoon 2 on koottu kolme lähestymistapaa rahaperusteiselle arvomallille. Taulukossa on esitelty kustannuksiin, markkinoihin ja tuloihin pohjautuvat lähestymistavat. Kustakin lähestymistavasta on esitetty lyhyt määritelmä sekä lähestymistavan positiiviset ja negatiiviset puolet.

Taulukko 2. Kolme lähestymistapaa rahaperusteiselle arvomallille.

| Lähestymistapa | Kustannukset | Markkinat | Tulot |
|----------------------------|--|--|---|
| Määritelmä | Arvostus perustuu kustannuksiin, jotka vaaditaan jäljentääkseen tai korvataksaan aihe. | Arvostus perustuu vertailukelpoisten kohteiden hintaan markkinoilla. | Arvostus perustuu tulevaisuuden tulovirran nykyiseen arvoon. |
| Positiiviset puolet | Helppo laskea, jos käytettävissä on olemassa olevia kustannustietoja. | Mahdollista laskea, mikäli markkinatiedot ovat hyvin saatavilla. | Mahdollistaa hyödyntää nykyistä arvoa perustuen voittoon tuottavaan kykyyn. |
| Negatiiviset puolet | Tietämättömyys tulevaisuuden mahdollisista potentiaaleista. | Vertailukelpoisen markkinatiedon puute. | Mahdolliset virheet subjektiivisen arvioinnin takia. |

Park ja Park (2004) mukaan arvomallissa on otettava huomioon teknologia- ja markkinatekijöiden välinen riippuvuus. Mallin tulee olla joustava, ottaa huomioon tekniikan ominaisuuksien erityispiirteet, sekä olla systemaattinen, joka hajottaa monimutkaisen arvostusprosessin useisiin moduuleihin. Lisäksi mallin tulee olla objektiivinen, jonka on suunnitellut ja toteuttanut neutraali kolmannen osapuolen arvioija, eikä myyjä tai ostaja. (Park & Park 2004.)

4.4.1 Technology Valuation -malli

Park ja Park (2004) mallissa määritellään alkuun teknologian arvo eli Value of Technology (VOT) ja markkinoiden arvo eli Value of Market (VOM) tekijät. VOT tarkoittaa potentiaalista arvoa, joka on upotettu itse tekniikkaan. VOT on käsitteenä laaja, joten Park ja Park ovat jakaneet sen kahteen alitekiijään. Sisäiset tekijät edustavat käsiteltävän teknologian luonnollisia ominaisuuksia, kun taas sovellustekijät tukevat kohteen tekniikan käytännöllisyyttä (Park & Park 2004). VOT -tekijöiden operatiivinen määrittely on koottuna taulukkoon 3.

Taulukko 3. VOT-tekijöiden operatiivinen määrittely (Park & Park 2004).

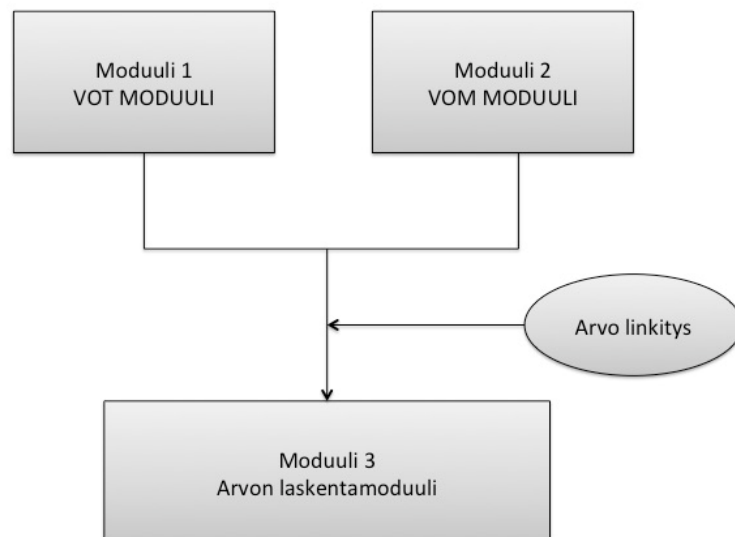
| TEKIJÄ | ALITEKIJÄ | TOIMINTAMÄÄRITELMÄ |
|-----------------------------|--------------------------------|--|
| SISÄISET TEKIJÄT | Omistusasema | Suojauksen aste ja/tai tietyn teknologian omistama käyttö. |
| | Teknologian taso | Teknologian tekninen taso verrattuna vastaavaan tekniikan tasoon. |
| | Teknologian elinkaari (elämä) | Teknologian tuottavan tulon kesto. |
| | Standardoimintaso | Teknologian standardointitaso ja yhteen toimivuus. |
| SOVELLUS TEKIJÄT | Teknologian tyyppi | Tuotteen, prosessin tai materiaalin (komponentti) teknologia. |
| | Rahoitusosuuden suhde | Teknologian osuus koko arvosta (odotettu tulovirta). |
| | Soveltamisala | Kentän muutos tai laajuus markkinoille saattamiseksi tai soveltamiseksi. |
| | Kattavuuden / täydellisyysaste | Valmius kaupallisen teknologian kaupallistamiseen. |

VOM tarkoittaa tarkasteltavan tekniikan käytännön arvoa, joka toteutuu markkinoilla tai liiketoimintaprosessissa. VOM -tekijät ovat muuttujia, joita tarvitaan tulovirran arvioimisessa ja rahallisen arvon laskennassa. (Park & Park 2004.) VOM -tekijöiden operatiivinen määrittely on koottuna taulukkoon 4 seuraavalla sivulla.

Taulukko 4. VOM -tekijöiden operatiivinen määrittely (Park & Park 2004).

| TEKIJÄ | ALITEKIJÄ | TOIMINTAMÄÄRITELMÄ |
|---------------------------|------------------|---|
| ARVOTYYPIN TEKIJÄT | Voittoa tuottava | Arvo mitattuna teknologian tuottamasta voitosta. |
| | Rahaa säästävä | Arvo, joka mitataan kustannuksia vähentävän tekniikan avulla. |
| ARVON KOON TEKIJÄT | Tulojen määrä | Teknologian tuottama tulojen kokonaismäärä. |
| | Tulon kesto | Teknologian taloudellisen elämän tuottamat tulot. |
| | Tulon riski | Tulon realisoitumiseen liittyvä riski/epävarmuus. |

Park ja Park (2004) esittämässä mallissa VOT ja VOM -tekijöiden välillä on rakenteellinen suhde. VOT -tekijät arvioidaan ensin ja tämän jälkeen määritellään VOM -tekijät, jotka pohjautuvat VOT -tekijöiden arvoon tai arvoihin. Kuvassa 6 on kuvattuna arvostusmenetelmän yleiskatsaus, sekä VOT ja VOM -tekijöiden muodostamat omat moduulit. Kolmantena moduulina on arvon laskentamoduuli. Viitekehys koostuu siis kolmesta päämoduulista, jotka on kytketty toisiinsa joko rinnakkain tai peräkkäin.



Kuva 6. Arviointimenetelmän yleinen viitekehys Park ja Park (2004) mukaan.

Arviointimenetelmän viitekehyksessä VOT moduulissa tapahtuu VOT -tekijöiden arviointi. VOM moduulissa suoritetaan tulojen määrän ja keston arviointi markkina-analyysin perusteella. Arvon laskentamoduulissa lasketaan teknologian lopullinen tulovirta. VOT arviointimoduulissa suoritetaan ensimmäisessä vaiheessa kahdeksan VOT -tekijän arviointi. (Park & Park 2004.) Arviointi suoritetaan seuraavassa taulukossa 5 esitetyn syöttömittarein.

Taulukko 5. Tekijöiden ja osatekijöiden pisteytys Park ja Park (2004) mukaan.

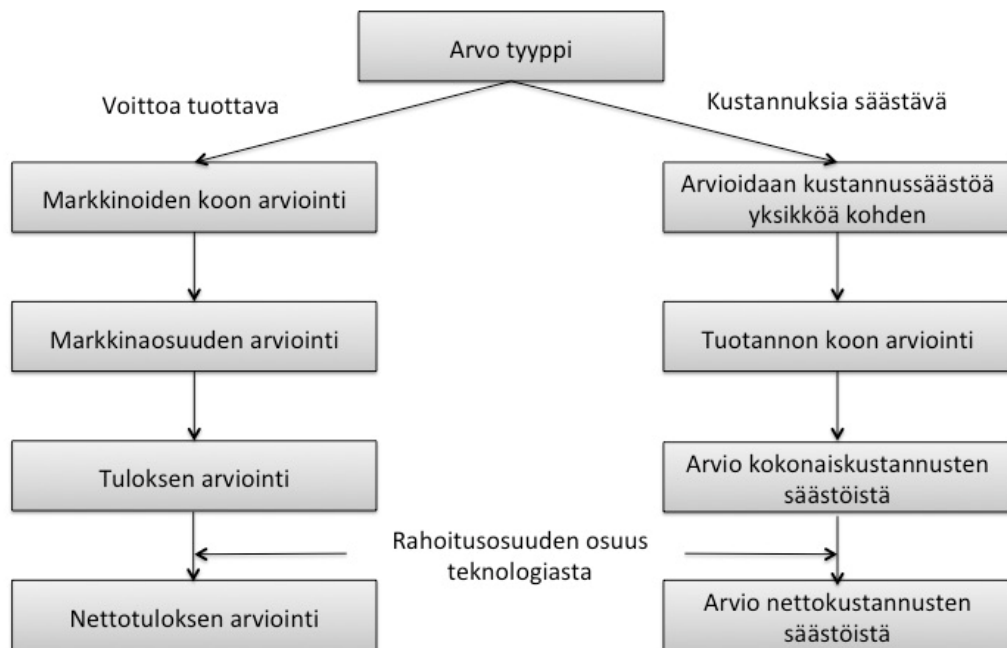
| TEKIJÄ | ALITEKIJÄ | SYÖTTÖMITTA |
|--------------------------|---|----------------|
| SISÄINEN TEKIJÄ | Omistusasema | Piste (0–10) |
| | Teknologian taso | Piste (0–10) |
| | Teknologian elinkaari (elämä) | Vuosi |
| | Standardoinnin taso | Piste (0–10) |
| MENETELMÄ TEKIJÄT | Teknologian tyyppi | Luokittelu |
| | Rahoitusosuuden suhde | Prosenttimäärä |
| | Soveltamisala | Lukumäärä |
| | Kattavuuden / Yhtenäisyyden / täydellisyyden aste | Piste (0–10) |

VOT moduulin tärkein tehtävä on laskea kaksi pääparametria, jotka ovat säätötekijä ja diskonttokorko. Näitä parametreja käytetään taas VOM moduulin laskukaavoihin. Säättökerroin on painotettu tulon määrällä VOM:ssa ja diskonttokorkoa käytetään tulon riskin määrittämiseen VOM:ssa. Nämä kaksi parametria arvioidaan perustuen omistusasemaan, teknologian tasoon, standardointiasteeseen ja täydellisyyden asteeseen. (Park & Park 2004.)

Säätötekijän arvioinnissa arvioija määrittää ensin painotukset jokaiselle tekijälle asiantuntijoiden kuulemisen perusteella. Seuraavaksi lasketaan näiden neljän VOT -tekijän painotettu summa, jossa jokaisen tekijän piste kerrotaan omalla painotetulla kertoimella ja nämä luvut lasketaan yhteen. Tämän jälkeen säätökertoimen arvo määritetään ennalta määritetyn taulukon perusteella. Säättökertoimen asetettu keskipiste on 1,0. Arvioijan on päätettävä myös herkkyyden ja kestävyysvälinen kompromissi. Diskonttokorko liit-

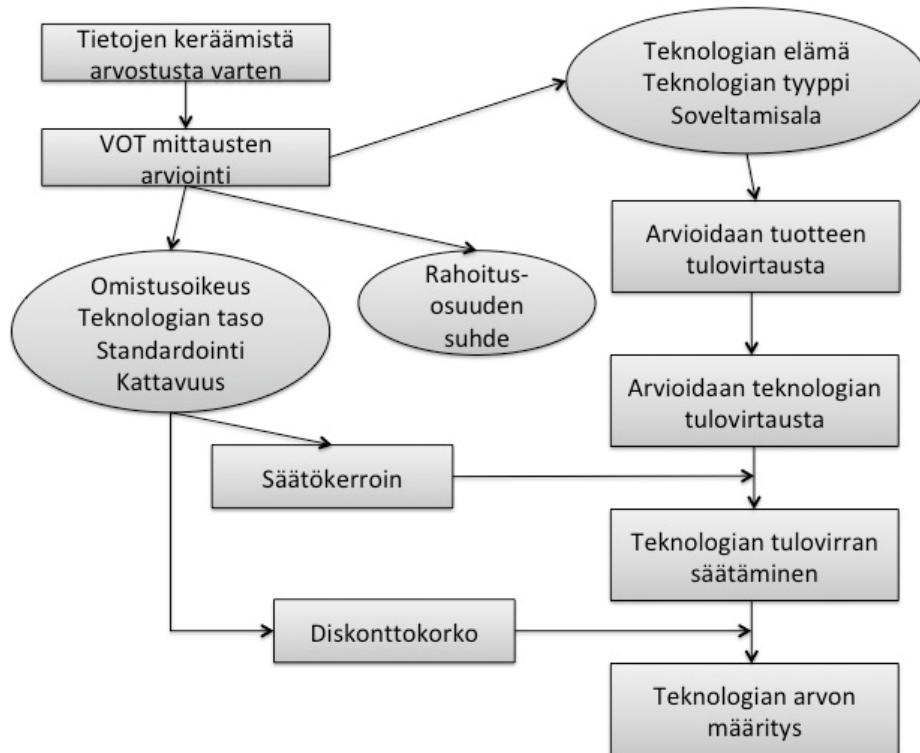
tyy suoraan tulojen saavuttamisen riskiin. Diskonttokoron määräytymisperuste on samankaltainen kuin säätötekijän. (Park & Park 2004.)

VOM arviointimoduuli aloitetaan tunnistamalla arvon tyyppi, onko se voittoa tuottava vai kustannuksia säästävä. Päätös perustuu VOT moduulissa määritettyyn teknologia-tyyppiin. Sen jälkeen arvioidaan alustavaa tulovirtaa, jolloin tulojen kesto määräytyy VOT moduulin teknologian elinaikana. Tulojen määrä arvioidaan suhteessa VOT moduulin rahoitusosuuden suhteeseen. Huomioitavaa on, että tulovirran arvioimisprosessi vaihtelee riippuen laskentatyypistä. (Park & Park 2004.) Kuvaus tästä on kuvassa 7.



Kuva 7. Park ja Park (2004) kuvaus tulovirtaprossista kullekin arvotyyppille.

Arvonlaskentamoduulissa viimeistellään kohteen teknologian rahallinen arvo. Ensinnäkin VOT moduulissa saatavan säätökertoimen arvo kohdistetaan alustavaan tulovirtaan, jota arvioidaan VOM moduulissa. Näiden kahden kertolasku tuottaa kohteena olevan teknologian mukautetun tulovirran. Diskonttokorkoa sovelletaan sitten oikaistuu tulovirtaan lopullisen tulovirran tuottamiseksi. Tämän prosessin tuloksena saadaan kyseisen teknologian rahallinen arvo. (Park & Park 2004.) Arvonmäärittämisen yleinen kuvaus on kuvassa 8 seuraavalla sivulla.



Kuva 8. Park ja Park (2004) kuvaus arviointiprosessin yleisestä vuokaaviosta.

Park ja Park (2004) esittämällä mallilla on omat rajoituksensa ja puutteensa, niin kuin jokaisella muullakin mallilla. Yhtenä rajoituksena voidaan pitää sitä, että joidenkin keskeisten parametrien määrittämiseen tarvitaan kolmannen osapuolen arviota, kuten rahoitusosuuden suhteen ja säätökertoimen määrittämiseen. Toisekseen menetelmästä puuttuu validointimoduuli, joka osaltaan johtuu siitä, että teknologian validointi voidaan tehdä vasta sen jälkeen, kun tuote on kaupallistettu markkinoille. (Park & Park 2004.)

4.5 Arvostusmenetelmä 5

Viides arvostusmenetelmä on Xing et al. (2013) esittämä arvonmäärittäysmalli. He esittävät elinkaariajatteluun perustuvan kestävän kehityksen mukaisen arvonmäärittäysmallin tuote-palvelukehitykseen liittyvien päätösten tueksi. Ehdotetussa lähestymistavassa sovelletaan laajempien käyttöasteiden soveltuvuutta, nettoarvon eli Net Present Value (NPV) lähestymistapaa ja elinkaariarviointia eli LCA -menetelmää elinkaaren suorituskyvyn, elinkaarikustannusten ja elinkaaren ympäristövaikutusten mittaamina, joita käytetään puolestaan arvojen arvioinnissa. Product-Service Value (PSV) arviointi keskittyy siihen, kuinka paljon tuote- ja palvelumallit edistävät järjestelmän elinkaaren suorituskykyä sekä elinkaaren taloudellisia ja ympäristöllisiä rasitteita. Tulosten tulkitsemisen apuna ja heikkouksien havaitsemiseksi käytetään arvokäyrää.

Mallin kehittämisen taustalla on tarve arviointimenetelmälle, joka pystyy tunnistamaan miten ja missä määrin tuotteita ja palveluita kannattaisi parhaiten yhdistää yrityksen arvolutapauksen kehittämiseksi. Tämän lisäksi mallin tulisi ottaa huomioon liiketoiminnan

kestävyys ja ympäristövaikutukset. Tällä hetkellä tuote-palvelujärjestelmässä arvon luominen on suoraan yhdistettynä tuote-palveluratkaisujen kykyyn palvella asiakaskysyntää ja toimittajien liiketoiminnan kiinnostuksia ajan myötä. (Xing *et al.* 2013.)

Xing *et al.* (2013) väittävät, että tuote-palvelujärjestelmässä arvojen toteutuminen määräytyy sen perusteella, miten asiakas arvostaa järjestelmän tarjoamia ratkaisuja ja toimintoja sekä miten tuotteet ja palvelut ovat määritetty toimittamaan tarvittavia ratkaisuja ja tuloksia. Tähän pohjautuen he ehdottavat arvorakennetta edustamaan asiakkaan arvoalueen ja toimittajan arvoalueen välisiä korrelaatioita sekä näiden keskeisten arvo-toimien välisiä keskinäisiä korrelaatioita. Arvorakenne auttaa tunnistamaan mitä tuote- ja palvelukokonaisuuksissa tulisi sisällyttää ja edistää. (Xing *et al.* 2013.)

4.5.1 Tuote-palvelu arvon muodostuminen

Xing *et al.* (2013) esittämässä mallissa tuote-palvelu arvo muodostuu sekä asiakkaiden että toimittajien toimialueilla. Asiakkaiden toimialueella tuote-palvelujärjestelmän arvostus riippuu asiakkaiden näkemyksistä toimitettujen tuote- ja palveluratkaisujen laadusta ja hyödyistä, joilla on sekä taloudelliset että toiminnalliset ulottuvuudet. Taloudellista arvoa asiakkaan näkökulmasta määrittää se, mitä asiakas saa vastineeksi siitä, kun hän käyttää rahaa tuotteeseen ja/tai palveluun. Tämän arvioimisen apuna käytetään muun muassa palvelun hintaa ja liiketoimintakäytäntöjä eli käyttömaksuja tai yksikkömaksuja. (Xing *et al.* 2013.)

Tuote-palvelujärjestelmän toiminnallinen arvo määräytyy sen mukaan, kuinka hyvin se pystyy täyttämään asiakkaiden asettamat vaatimukset. Tästä näkökulmasta tuote-palvelusuunnittelun arvon arviointi voi olla riippuvainen siitä, kuinka tyytyväinen asiakas on ja miten asiakas ymmärtää tuote-palvelujärjestelmän toiminnalliset tai palvelulliset ominaisuudet täyttävän haluttuja tuloksia. Tuote-palvelutarjonta on lisäarvoa tuottava, sillä sen tehokkuus riippuu asiakkaiden mielipiteistä eli Voices of Customers (VOC). Tärkeä tekninen mittari, joka heijastaa tällaisen arvon näkökulmaa on tuotteen ja palvelun ominaisuuksien painotus, jotka on mitoitettu asiakkaiden mieltymysten mukaan. (Xing *et al.* 2013.)

Toimittajan alueella tuote-palvelujärjestelmän arvo liittyy siihen, miten tuote-palveluratkaisut voidaan suunnitella ja toimittaa tarjoamaan palvelutarjoajan etua. Tuoteparannusten palvelut voivat lisätä tehokkuutta, luotettavuutta tai hyödyllisyyttä käyttäjälle. Lisäksi ne voivat myös auttaa säilyttämään tai lisäämään markkinaosuutta ja voittoa toimittajalle. Tuote-palvelun arvo toimittajan alueella liittyy suoraan omaisuuden arvoon, jota tuote-palvelusuunnittelun strategiat muokkaavat ja joita voidaan esittää toiminnallisessa, fyysisessä, taloudellisessa ja ympäristöllisessä ulottuvuudessa. (Xing *et al.* 2013.)

Tuotteiden toiminnallinen arvo määräytyy sen mukaan, kuinka tehokkaasti ne pystyvät täyttämään vaaditut suorituskykyominaisuudet, jotka on johdettu VOC:sta. Mitä korkeampi tuotteen toiminnallinen suorituskyky on, sitä pidemmän aikaa se voi tuoda tuloja ja sitä suurempi on myös hyödykkeen arvo. (Xing *et al.* 2013.)

Tuotteen fyysinen kunto liittyy suoraan käyttöikään tai luotettavuuden tasoon, johon huolto- tai korvauspalvelut vaikuttavat kriittisesti. Mitä kauemmin tuote on käytössä, sitä alhaisempi tuotteen luotettavuus ja fyysinen kestävyys on. Huollon avulla voidaan ennaltaehkäistä ja parantaa tuotteen fyysistä kestävyyttä ja pitkittää käyttöikää, jolloin myös tuotteen arvo kasvaa korkeammaksi. (Xing *et al.* 2013.)

Hyödykkeen arvoa arvioitaessa taloudellisin ehdoin investointien arvioinnissa lasketaan sen kokonaisarvoon hyödykkeen kehittämiseen, hankintaan, käyttöön sekä luovutukseen liittyvät kustannukset ja tulot. Xing *et al.* (2013) taloudellisessa analyysissä pääoma-arvo koostuu alkuperäisestä arvosta ja jäännösarvosta. He määrittävät jäännösarvon hyödykkeen jälleenmyyntihinnalla, mikä on ajallisesti siinä kohtaa, kun tuote on elinkaarensa lopussa. Resursseilla kuten teknologialla ja työvoimalla, joita tarvitaan suunnittelussa sekä alkuinvestoinneissa, on vaikutusta alkuarvon lopulliseen suuruuteen. (Xing *et al.* 2013.)

Tuote-palvelujärjestelmän ympäristövaikutuspotentiaali riippuu lähinnä materiaali- ja energiankulutuksesta, jotka liittyvät siihen, miten tuotteita kuten varoja kehitetään, käytetään ja hallitaan koko niiden elinkaaren aikana, ja siten ne vaikuttavat kaikkiin tuote-palvelusuunnittelun vaihtoehtoihin. Elinkaariarvioinnin avulla voidaan ihannetapauksessa arvioida tuotteen täydellinen ympäristövaikutus. Yksinkertaistettuna lähestymistapana voidaan keskittyä rajoitettuihin elinkaaren vaiheisiin ja/tai vaikutuskategorioihin. (Xing *et al.* 2013.)

4.5.2 Product Service Value -malli

Xing *et al.* (2013) määrittävät, että tuotekohtainen arvo voidaan arvioida elinkaaren suorituskykyä suhteessa elinkaaren suorituskyvyn taakkaan. Tällöin

$$PSV = \frac{LPC}{LPB} \quad (1)$$

jossa PSV on Product Service Value eli tuote-palvelun arvo, LPC on Life Cycle Performance Capability eli elinkaaren suorituskyky ja LPB on Life Cycle Performance Burden eli elinkaaren suorituskyvyn taakka.

Edellä esitettyä laskentakaavaa (1) tarkemmalle tasolle mallintamalla saadaan myös tietoa, kuinka mitata toiminnan tehokkuutta, fyysistä kuntoa, taloudellista rasitusta ja ympäristökuormitusta. Xing *et al.* (2013) esittämässä arviointimallissa kunkin yksittäisen tuotteen vaikutusta järjestelmän kuntokkykyyn ja rasitukseen voidaan mitata osuutena

sen panoksesta kokonaismäärään. Tuotteen arvon arviointi tuote-palvelusuunnittelussa saadaan vertaamalla sen kokonaistulosta järjestelmän elinkaaren palvelusuoritukseen sen kokonaisvaikutuksen suhteena järjestelmän elinkaaren palvelukustannuksiin. (Xing *et al.* 2013.) Tämä esitetään seuraavasti:

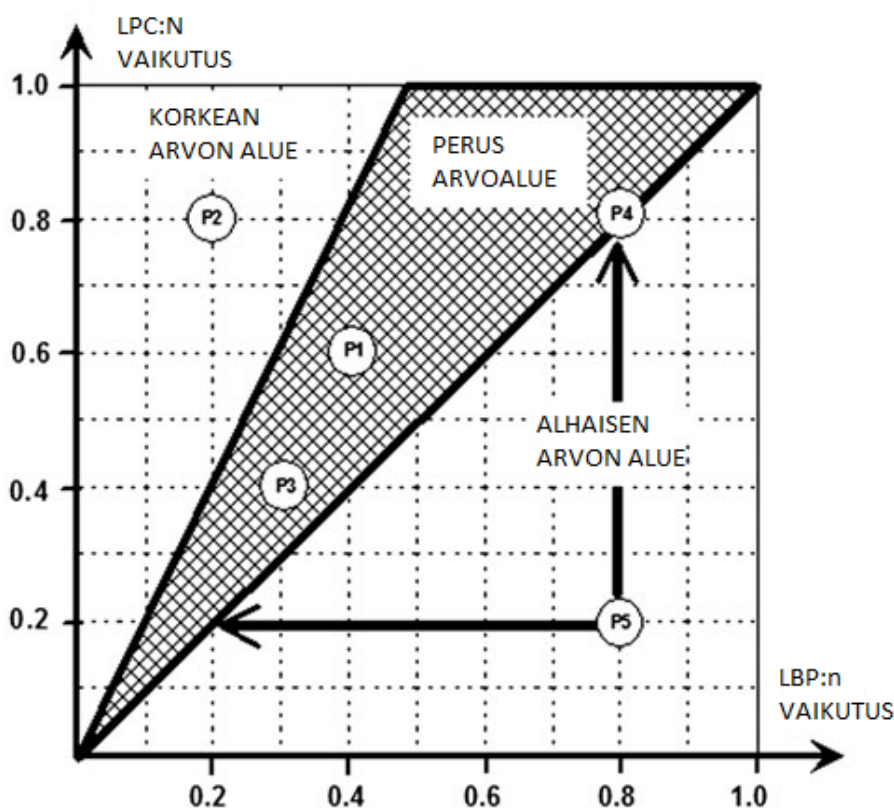
$$PSV = \frac{aX + (1 - a)Y}{bZ + (1 - b)W} \quad (2)$$

X sisältää tuotteen normalisoidun merkityksen painotettuna palveluominaisuuden suhteellisella merkityksellä kerrottuna tuotetason toiminnallisella sopivuudella. Tämä luku on suhteessa toiminnalliseen sopivuuteen useamman tuotteen järjestelmässä. (Xing *et al.* 2013.) X:n sisältämät arvot saadaan muun muassa painotusmenetelmän ja vertailumatriisin avulla.

Y sisältää tuotteen normalisoidun merkityksen painotettuna palveluominaisuuden suhteellisella merkityksellä kerrottuna tuotteen fyysisen kunnon kanssa. Tämä luku on suhteessa useamman tuotteen fyysiseen kuntoon järjestelmässä. (Xing *et al.* 2013.) Y:n sisältämät arvot saadaan muun muassa painotusmenetelmän ja vertailumatriisin avulla.

Z kertoo nettonykyarvon sisältäen tuotteen alentuneen omaisuusarvon suhteessa vastaavaan arvoon useamman tuotteen alentuneeseen omaisuusarvoon järjestelmässä. W kertoo tuotteen ympäristövaikutukset. (Xing *et al.* 2013.)

a on toimintakyvyn suhteellinen merkitys LPC:lle, kun $a \in [0, 1]$ ja b on taloudellisen taakan suhteellinen merkitys LPB:lle, kun $b \in [0, 1]$. Kertoimien a ja b suhteellinen merkitys on painotus, jonka toimittaja määrittää sen liiketoiminnallisten intressien perusteella. (Xing *et al.* 2013.) Jokaisessa järjestelmän tuotteessa tämän suunnitellun arvioinnin tulos voidaan piirtää arvokaavioon, joka on esitetty kuvassa 9 seuraavalla sivulla.



Kuva 9. Xing et al. (2013) kuvaama arvo-kaavio tuote-palvelusuunnittelulle.

Kuvasta 9 esiintyvä P4 kuvaa sellaista viivaa, jonka kulmakerroin on 45 astetta. Tällainen viiva on käypä arvo, jossa tuote edesauttaa yhtä paljon sekä elinkaaren palvelun suorituskykyyn että järjestelmän elinkaaren palvelukustannuksiin. (Xing et al. 2013.)

Kuvassa vasemmanpuoleinen jyrkempi viiva on 67 asteen viiva, joka tunnetaan myös perusarvopistelinjana. Se muodostaa kaaviossa varjostetun alueen 45 asteen viivan kanssa ja tämä varjostettu alue edustaa perusarvoaluetta. Tuotteet, jotka sijaitsevat vyöhykkeellä katsotaan hyväksyttäviksi, koska niiden osuus palveluiden suorituskyvystä on hieman korkeampi kuin kuormituksen. Tällaisia ovat kaaviossa sijaitsevat P1 ja P3. (Xing et al. 2013.)

Tuotteet, jotka sijaitsevat perusarvoalueen yläpuolella pidetään suuriarvoisina ja tuotetta ihanteellisena, esimerkiksi P2. Kun taas tuote, joka putoaa linjan alle vaikuttaa enemmän kuormitukseen kuin suorituskykyyn ja siksi taas sen arvo on alhaisempi, esimerkiksi P5. (Xing et al. 2013.)

Tämän arvokäyrän perusteella tuote-palvelukehittäjät voivat tunnistaa ja keskittyä tuote- ja palvelukokonaisuuksien heikkoihin kohtiin. Tuloksien perusteella kehittäjät voivat parantaa toimintaansa sekä fyysisen kunnon tasoa vähentämällä kustannuksia ja ympäristövaikutuksia. (Xing et al. 2013.)

Arviointimenetelmää voidaan parantaa dynaamisen mallinnuksen avulla tekniikan kehityksen, markkinakilpailun, toimintaolosuhteiden ja logistiikan vaikutusten perusteella, kun kehitetään elinkaaren suorituskyvyn, kustannusten ja ympäristövaikutusten alaisia tuote-palvelu kokoonpanoja. Lisäksi tulevaisuuden työnä suorituskyky ja taakkatapahumat voidaan yhdistää optimointimalliksi objektiivisena funktiona optimaalisten tuote- ja palvelukokoonpanojen kannalta. (Xing *et al.* 2013.)

5. ANALYYSI

Tässä kappaleessa kootaan yhteen aiemmin työssä esitellyt arvonmääritysmallit sekä niihin liittyvää teoriaa. Ensin esitellään vertailuanalyysi edellisen kappaleen mallien ja työkalujen pohjalta. Vertailuanalyysin ja teorian perusteella muodostetaan kriteerit, jonka seurauksena saadaan vertailuanalyysille tulokset. Tulokset esitellään kappaleessa kuusi.

5.1 Vertailuanalyysi

Neljännessä kappaleessa esitellyt mallit ja työkalut on koottu taulukkoon 6. Taulukon ensimmäiseen sarakkeeseen on koottu kysymyksiä ja tietoja, joita halutaan tuoda esiin malleista ja työkaluista, jotta niiden vertaileminen onnistuisi paremmin. Sarakkeesta kaksi eteenpäin on yksitellen kukin malli omassa sarakkeessaan alkaen BusinessChampion -työkalusta.

Taulukko 6. Vertailuanalyysi

| | BUSINESS-CHAMPION | PRODUCT LIFE CYCLE COSTING | INTEGRATED VALUATION METHOD | TECHNOLOGY VALUATION | PRODUCT SERVICE VALUE |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| TYÖKALU | <i>Juuti et al. (2015)</i> | <i>Kádárová et al. (2015)</i> | <i>Bovea & Vidar (2004)</i> | <i>Park & Park (2004)</i> | <i>Xing et al. (2013)</i> |
| Työkalun tarkoitus | Yritykseen kohdistuvien vaikutusten analysointiin. Sen avulla voidaan tunnistaa tuotteen/palvelun liiketoimintahyötyjä elinkaaren joka vaiheesta. | Strateginen kustannusten hallinta tuotteen tai palvelun koko elinkaaren ajalle. | Mallin avulla voidaan lisätä arvoa asiakkaan tuotteen suunnittelu-prosessin aikana. | Teknologian arvon määrittämiseen soveltuva malli. | Kuinka paljon tuote- ja palvelumallit edistävät järjestelmän elinkaaren suorituskykyä sekä elinkaaren taloudellisia ja ympäristöllisiä rasiitteita. |

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| Mihin työkalun käyttö on kohdennettu / tarkoitettu? | Liiketoiminnan kehittämissuunnittelu vaiheeseen. | Tuotteen/palveluun, jolle voidaan tunnistaa elinkaari. Malli on tuotteen elinkaaren hallintajärjestelmä. | Tuotekehitys- ja suunnitteluprosessin viimeisiin vaiheisiin (suoritusmuotojen ja yksityiskohtien suunnitteluun). Voidaan soveltaa uudelleensuunnittelun aikana. Halutaan erityisesti kiinnittää huomiota ympäristöystävällisyyteen. | Uuden teknologian arviointimenetelmä, jota on helppo käyttää ja tuottaa samalla rahallista arvoa. | Tuote-palvelukehitykseen liittyvien päätöksien tueksi. |
| Mihin työkalu perustuu? | Yli 15 vuotta kestäneisiin tutkimusprojekteihin ja yli 30 case tapaukseen. | Elinkaaren kustannusanalyysiin ja -malliin | Elinkaariarviointiin, elinkaarikustannuksiin, mahdollisuuksien arviointiin ja willingness-to-pay arvoon. | Teknologia ominaisuuksien ja markkinatekijöiden väliseen rakenteelliseen suhteeseen, sekä rahalliseen arvomalliin. | Käyttöasteiden soveltuvuus, nettoarvo, elinkaariarviointi, arvokäyrä. |
| Miten data hankitaan? | Yrityksen järjestelmistä, avain henkilöiltä, taloustiedoista yms. | Yrityksen järjestelmistä ja kerätyistä tiedoista ja luvuista. | Omat järjestelmät/tietokannat, laskelmat, talousluvut, kustannukset, kyselytutkimukset yms. | Omat tietokannat, laskelmat, talousluvut, kustannukset, arviot yms. | Omat tietokannat, laskelmat, talousluvut, kustannukset, arviot yms. |
| Mistä tutkimustapaukset ovat? / Toimiala on tutkittu? | Valmistava teollisuus / Teollisuus, joiden toiminta-alueena on uuden tuotteen kehitys. | Esimerkkinä käytetään teollisuuskoheen hankintaa. | Esimerkkinä huonekaluyritys. | Tuote ja prosessiteknologian esimerkkejä. Esimerkkeinä ICT alalta ja autoteollisuudesta. | Esimerkki on vähäpäästöisestä lämmitysjärjestelmästä. |
| Mitä dataa käytetään? / Työkalun parametrit? | Aikaisemmat talous ja myyntiluvut. Lisäksi myyntiarviot yms. Keskustelussa mukana olevien päätökset / arviot. | M.m. Myyntiluvut, arviot, kustannukset jne. | LCA sisältää tavoitteen määrittelyn, vaikutusten arvioinnin ja tulosten tulkinnan. LCC huomioi sisäiset/ulkoiset kulut koko tuotteen elinkaaren ajalta. CV tehdään kyselytutkimuksella. | VOT tekijät (patentit, teknologian taso, teknologian elinkaari, standardoinnin taso, tekn. tyyppi jne.) Taloustiedot, markkinatiedot. | Laskemalla arvoja, tekijöitä, painotustekijöitä yms. |
| Miten työkalua käytetään? | Johdetuissa työpajoissa. | Vaihe vaiheelta lasketaan, määritellään ja analysoidaan. | Noudattamalla mallia alusta loppuun. | Noudattamalla mallin vaiheita. | Noudattamalla mallin vaiheita. |

| | | | | | |
|-----------------------|---|--|--|--|--|
| Työkalun sisältö | Valitaan tuote, jota käsitellään. Valitaan avainparametrit (esim. Kustannukset, toimitusaika...). Liiketoimintahyödyt analysoidaan jokaisesta elinkaarenvaiheesta kysymysten avulla. Hyödyt arvioidaan €/vuosi. Tiedot täydennetään taulukkoon. | Tietojen keruu, PLCC -laskelmat, herkkyysanalyysit, riskianalyysit, elinkaarikustannusanalyysi. Toimintoprofiilin määrittäminen, tehokkuuden määrittäminen, kaikkien kustannuserien määrittäminen, kriittisten kustannusparametrien määrittäminen, kaikkien kustannusten laskenta keskimääräisten hintojen perusteella, keskimääräisten hintojen lisäkustannukset inflaation vaikutuksesta, kaikkien kustannusten diskonttaaminen alkuvaiheessa, diskontattujen kustannusten yhteenveto. | 1. Tuotteen alustava analyysi tuotteesta (LCA & LCC). 2. Vertailu ja Vaihtoehtojen laadinta. 3. Vaihtoehtojen analyysi (LCA & WTP). 4. Ekologisten vaihtoehtojen valitseminen kriteerien pohjalta. | 1. Määritetään VOT. 2. Määritellään VOM. 3. Arvioidaan mm. Markkina- koko, kustannussäästöt per yksikkö, markkinaisuus, tuotannon koko, tulovirta, kustannussäästöt, nettotulos, nettosäästöt. 4. Arvon laskentamoduuli, jossa saadaan teknologian arvostus. | 1. Määritetään elinkaaren suorituskykyyn vaikuttavat tekijät. 2. Määritetään elinkaaren kustannuksiin vaikuttavat tekijät. 3. Määritetään nettonykyarvo. 4. Määritetään ympäristövaikutukset. 5. Arvokaavion tulkinta. |
| Periaate / Menetelmät | Fasilitiitin johdolla suoritettu työpaja. Valmiin mallin hyödyntämistä fasilitiitin johdolla. | Erilaisia tiedon keruuta, laskelmia, analyysieja. | Vaihtoehtojen analyysi. Kombinaatio kolmesta menetelmästä: LCA (ympäristön vaikutuksen arviointiin), LCC (tuotteen kustannusten tarkasteluun) ja CV (asiakkaan halukkuus maksaa tuotteesta, määrittämään asiakkaan arvon). | Kombinaatio useammasta menetelmästä. Moduulipohjainen, missä yksittäiset moduulit keskitettyneitä tiettyihin funktioihin ja muodostavat yhdessä holistisen kokonaisuuden. Koostuu Value of Technology (VOT) + Value of Market (VOM) tekijöistä. | Tiedon keruuta, laskemista, arviointia, tulkitusta, analyysieja. |
| Tulos | Kokonaisliiketoimintahyödyt. | Saadaan elinkaaren kustannusten yhteenveto. | Ekologisemman vaihtoehdon tuoma arvonlisäys. | Teknologian arvon määrittäminen. | Tunnistetaan arvokaavion perusteella mahdolliset heikot kohdat, joita voidaan lähteä parantamaan. |

| | | | | | |
|------------------------|--|---|--|--|---|
| Rajoitukset / Puutteet | Vaatii henkilön, joka osaa johtaa työpajan / käyttää mallia. | Vaatii perehtymistä, aikaa ja laskemista. | Vaatii paljon tiedon keruuta, monivaiheinen malli. | Joidenkin keskeisten parametrien määrittämiseen tarvitaan kolmannen osapuolen arviota. Menetelmästä puuttuu validointimoduuli. | Pitkä ja monivaiheinen. Vaatii paljon tietoa ja laskemista. |
|------------------------|--|---|--|--|---|

Kussakin mallissa on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Mallit eroavat toisistaan melko paljon, mutta niistä löytyy myös yhtäläisyyksiäkin. BusinessChampion avulla voidaan tunnistaa tuotteen tai palvelun liiketoimintahyötyjä elinkaaren joka vaiheesta. Työkalu on käytännönläheinen, helposti ymmärrettävä ja tulokset ovat selkeät.

Suurin kritiikki BusinessChampion työkalussa kohdistuu siihen, että sitä varten tarvitsee kutsua koolle workshop-ryhmä keskustelemaan aiheesta. Lisäksi workshopia varten tarvitaan henkilö johtamaan keskustelua, joka tuntee työkalun käytön ja on kokenut workshopien johtaja, jotta keskustelut ovat tehokkaita. Osallistujiksi tarvitaan henkilöitä, joilla on tietoa käsiteltävästä tuotteesta. Siinä on omat hyvät puolensa, kun ulkopuolinen henkilö vetää workshopin ja varmistaa lopputuloksen aikaansaamiseksi. Lisäksi workshopissa saadaan useamman henkilön näkemys tuloksiin, jolloin se ei jää liian yksipuoliseksi tai sisäänpäin kääntyneeksi. Tämä myös erottaa BusinessChampion -työkalun muista työkaluista. BusinessChampion -työkalu on ainoa esitetyistä työkaluista, jota käytetään fasilitaattorin johdolla työpajoissa kun taas muita työkaluja käytetään itsenäisesti.

Product Life Cycle Costing -malli eli Kádárová et al. (2015) kuvaama työkalu ei ole suoraan arvonmääritysmalli vaan se on strateginen kustannusten hallinnan työkalu tuotteen koko elinkaarelle. Mallin keskeisessä asemassa on elinkaarikustannukset. Elinkaarikustannusten pääasiallinen tarkoitus on puolestaan arvioida tuotteen kustannuksia koko sen elinkaaren ajalta, mutta samalla myös varmistaa taloudellinen tuotto koko syklin ajan. Tästä syystä Kádárová et al. esittämä työkalu on valittuna mukaan. Tuotteen elinkaaren ja sen kustannusten tunteminen auttaa myös taloudellisen tuoton tunnistamisessa. Tätä kautta päästään taas arvoon käsiksi. Arvon käsittelyyn voidaan käyttää toista mallia, työkalua tai alan kirjallisuutta.

Product Life Cycle Costing -mallin positiivisiin puoliin lukeutuu tuotteen elinkaaren ja sen kustannusten hyvä mallintaminen sekä siitä saatava laaja-alainen tieto. Työkalu toisaalta vaatii paljon laskemista ja analyyysien tekoa. Jos tiedot ovat helposti saatavilla ja osaava henkilö käyttää työkalua, saadaan työkalun hyödyt parhaiten irti. Jos tietoja ei ole helposti saatavilla, voi niiden keräämiseen ja muuntamiseen kulua paljonkin aikaa. Tiedon helppo saaminen edellyttää hyvää tuotetiedonhallintaa koko yrityksen tasolla. Työkalun isoimpana heikkona puolena voidaan pitää sitä, ettei sen avulla saada suoraan

tuotteen elinkaaren arvoa, vaan siihen tarvitaan avuksi vielä jokin muu malli. Lisäksi riippuen tuotetiedonhallinnan tasosta yrityksessä, voi se tuoda haasteita mallin sujuvaan käyttämiseen.

Integrated Valuation Method -malli eli Bovea ja Vidal (2004) esittämän mallin avulla voidaan lisätä tuotteeseen arvoa suunnitteluprosessin aikana. Se on tarkoitettu erityisesti tuotekehitys- ja suunnitteluprosessin viimeisiin vaiheisiin. Malli pohjautuu elinkaariarvointiin, elinkaarikustannuksiin, mahdollisuuksien arviointiin sekä siihen, mitä asiakas on valmis maksamaan tuotteesta arvoonsa nähden. Kuten Product Life Cycle Costing -työkalussa, niin myös tässäkin käytetään elinkaarikustannuksia ja -arviointia.

Bovea ja Vidalin (2004) malli vaatii paljon tiedon keruuta. Integrated Valuation Method -malli on monivaiheinen ja tarvitsee analyysijä, vertailuja sekä kyselytutkimuksia. Kyselytutkimusten teettämistä voidaan pitää pienenä heikkoutena työkalulle, koska se vaatii haastateltavien tai vastaajien keräämistä tutkimukselle sekä ylimääräistä suunnittelua, teettämistä ja analysointia. Kyselytutkimus vaatii siis paljon ylimääräistä työtä. Toisaalta sen avulla saadaan asiakaskunnan mielipiteitä ja perusteita arvolle, joita voidaan pitää puolestaan arvokkaana tietona.

Tuloksena Integrated Valuation Method -mallista saadaan ekologisemman vaihtoehdon tuoma arvonlisäys. Suoraan ei saada tuotteen tuomaa arvontuottoa vaan vertailun kautta saadaan vaihtoehdon tuoma arvonlisäys. Tämän työkalun avulla voidaan tuotetta suunniteltaessa saada selville, kuinka paljon lisää arvoa toisi tiettyjen komponenttien vaihtaminen. Kyseisestä tiedosta on paljon hyötyä, kun halutaan suunnitella tuote, joka tuottaa mahdollisimman paljon arvoa sen elinkaarensa aikana. Malli tuo avun tuotteen suunnitteluvaiheeseen, mutta tuotteen arvontuoton määrittämiseksi se ei anna suoraan tulosta.

Technology Valuation -malli eli Park ja Park (2004) kuvaavat teknologian arvon määrittämiseen soveltuvan mallin. Se on kombinaatio useammasta menetelmästä, jossa yksittäiset moduulit keskittyvät tiettyihin funktioihin ja yhdessä moduulit muodostavat holistisen kokonaisuuden. He ovat pyrkineet helposti ymmärrettävään ja käytettävään malliin. Vaikka malli on monivaiheinen, on se samalla myös selkeä.

Technology Valuation -mallin puutteena voidaan pitää sitä, että joidenkin keskeisten parametrien määrittämiseen tarvitaan kolmannen osapuolen arviota sekä menetelmästä puuttuu validointimoduuli. Lisäksi malli määrittää teknologian arvoa eli ei myöskään suoraan tuotteen arvontuottoa. Toisaalta tuotteen teknologia tuo tuotteelle sille ominaisia ominaisuuksia, jotka taas muodostavat arvoa. Tällöin teknologian tuoma ja tunnistettu arvo auttaa tuotteen kokonaisarvon määrittämisessä. Park ja Park antavat omassa tutkimuksessaan erilaista näkökulmaa verrattuna elinkaarikustannuksiin perustuviin Product Life Cycle Costing ja Integrated Valuation Method -malleihin. Park ja Park mallissa on myös mukana markkinatekijät, joita ei muista malleista löydy.

Product Service Value -malli eli Xing et al. (2013) esittämä malli on elinkaariajatteluun perustuva arvonmäärittäysmalli tuote-palvelukehitykseen. Kuten Product Life Cycle Costing ja Integrated Valuation Method -mallit, tässäkin on elinkaari ajattelu takana. Mallin avulla saadaan laskettua tuote-palveluarvo. Apuna käytetään arvokäyrää, jonka avulla voidaan tunnistaa tuotteelle heikkoja kohtia. Tämän perusteella saadaan tietoa siitä, miten voidaan parantaa tuotteen toimintaa, tuotteen fyysisen kunnon tasoa, kustannuksia ja ympäristövaikutuksia. Malli ottaa huomioon myös palvelutekijät eli se ei ole pelkästään tuotteen arvontuoton määrittämiseen. Toisaalta palvelun mukana olemisen on positiivinen asia, koska tänä päivänä palvelulla on myös merkittävä rooli perinteisten tuotteiden tukena. Palvelutekijöiden tunnistaminen ja sen arvotekijän määrittäminen tukee myös tuotteen arvon määrittämistä.

Product Service Value -malli on monivaiheinen ja kaikista esitellyistä työkaluista haastavin malli. Se vaatii paljon määrittämistä, laskemista ja tulkintaa. Tämä puoli on sen heikkous. Vaikka mallista saa paljon hyödyllistä tietoa, on osaavan henkilön käytettävä työkalua, jotta tiedon saa valjastettua käyttöön ja että siitä on hyötyä. Kuten Integrated Valuation Method -mallissa, niin myös tässäkin mallissa on otettu huomioon ympäristövaikutukset. Tänä päivänä ympäristövaikutusten tunteminen ja niiden vaikutukset tuotteen arvoon ovat tärkeitä tietää ja tunnistaa.

Kukin malli tarvitsee paljon tietoa muun muassa talous- ja myyntiluvuista, myyntiarvioista, kustannuksista, tuotteen yleistiedoista ja niin edelleen. Suurin työ on kaiken sen validin datan kerääminen, jotta kutakin työkalua voidaan käyttää halutusti. Jos yrityksellä on nämä tiedot helposti saatavilla ja tuotetiedonhallinta toimii, jokaista esitetyistä malleista pystytään jouhevasti hyödyntämään. Jokaisessa mallissa on siis omat hyvät ja huonot puolensa, mutta näitä tietoja hyödyntämällä voidaan kehittää parempaa arvontuoton määrittämisen mallia.

5.2 Kriteerit

Vertailuanalyysin ja teorian pohjalta saadaan kriteerit lopullista analyysia varten. Kriteerit ovat sellaisia, joita hyvässä mallissa tulisi olla ja mitä sen olisi hyvä sisältää. Nämä kriteerit ovat seuraavat:

- Helppokäyttöisyys
- Tehokas
- Elinkaariarviointi
- Elinkaarikustannukset
- Ympäristövaikutusten huomioiminen
- Helppo tulkittavuus
- Datan saatavuuden helppous
- Tuotteen ominaisuuksien huomioiminen

- Saadaan tuotteen arvontuotolle arvo
- Mallin uutuusaste
- Validi
- Tuloksien selkeys
- Raha-arvollinen tulos

Kriteerien pohjalta arvioidaan jokainen arvostusmenetelmä. Arviointi ja sen tulokset ovat esitetty seuraavassa kappaleessa.

6. TULOS

Tässä luvussa esitellään tämän työn tutkimuksen tuloksia. Luvussa vastataan myös tarkemmin tutkimuksessa esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Ensimmäinen tutkimuskysymyksistä oli ”Mitä on tuotteen arvontuotto ja miten sitä voidaan arvioida sen elinkaaren aikana?”. Tuotteen arvontuotolla tarkoitetaan sitä, kuinka paljon arvoa tuotteen eri ominaisuudet tuottavat sen elinkaaren eri vaiheiden aikana. Se, kuinka tuotteen arvontuottoa voidaan arvioida sen elinkaaren aikana saadaan esitettyä kappaleessa 6.2 muodostetulla mallilla. Arvontuoton malli on koottu tässä työssä esitettyjen teorian ja mallien pohjalta. Kyseisessä kappaleessa vastataan tarkemmin tähän tutkimuskysymykseen.

Toiseen tutkimuskysymykseen ”Millaisen työkalun avulla voidaan arvioida tuotteen ja sen elinkaaren maksimaalista hyötypotentiaalia?” vastataan myös seuraavissa kappaleissa. Alkuun ensimmäisessä kappaleessa esitellään vertailuanalyysin tulos. Lopuksi tässä luvussa esitetään laskentamallin luontiohje, jonka perusteella ja avustuksella kuka tahansa asiasta ymmärtävä voi luoda tuotteelle ja sen elinkaarelle laskentamallin.

6.1 Vertailuanalyysin tulos

Edellisessä luvussa esitellyn vertailuanalyysin sekä kriteerien tuloksena saadaan alla oleva taulukko 7. Taulukon ensimmäiseen sarakkeeseen on koottu kappaleessa 5.2 esitetyt kriteerit. Lopuissa sarakkeissa on arvomallit samalla tavalla kuten vertailuanalyysissä alkaen Juutin et al. (2015) BusinessChampion -mallista ja päättyen Xing et al. (2013) Product Service Value -malliin. Vertailuanalyysin perusteella kukin arvomalli pisteytetään antamalla jokaiselle kriteerille joko ”+” tai ”-”. Näiden perusteella nähdään kunkin mallin vahvuudet ja heikkoudet. Loppuun lasketaan kustakin mallista lopputulos.

Taulukossa 7 olevat kriteerit määrittävät pitkälti sen, millainen on hyvä arvontuoton arviointimalli ja mitä sen olisi hyvä sisältää. Mallin on oltava helppokäyttöinen, tehokas ja jokaisen aiheesta ymmärtävän tulkittavissa. Sen tulisi sisältää tuotteen elinkaariarviointia sekä huomiotava elinkaarikustannukset ja ympäristövaikutukset. Mallin tulee huomioida tuotteen ominaisuudet ja malliin tarvittava data on helposti saatavilla. Mallista on saatava helposti tuotteen arvontuotolle arvo sekä tuloksen on hyvä olla rahavertailu ja selkeästi tulkittavissa. Lisäksi mallin uutuusaste ja validius on oltava huomiotuina. Mallin validiutta nostaa se, että malli on kehitetty lähivuosina ja huomioi uusia tietoja ja teorioita.

Taulukko 7. Vertailuanalyysin tulokset.

| KRITEERIT | <i>Juuti et al. (2015)</i> | <i>Kádárová et al. (2015)</i> | <i>Bovea & Vidal (2004)</i> | <i>Park & Park (2004)</i> | <i>Xing et al. (2013)</i> |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Helppokäyttöisyys | + | + | + | + | - |
| Tehokas | - | - | - | - | - |
| Elinkaariarviointi | + | + | + | + | + |
| Elinkaarikustannukset | - | + | + | - | + |
| Ympäristövaikutusten huomioiminen | - | - | + | - | + |
| Helppo tulkittavuus | + | + | + | + | + |
| Datan saatavuuden helppous | - | - | - | - | - |
| Tuotteen ominaisuuksien huomioiminen | - | - | - | - | - |
| Saadaan tuotteen arvontuotolle arvo | + | - | - | + | - |
| Tuloksien selkeys | + | + | + | + | + |
| Mallin uutuusaste | + | + | - | - | + |
| Validi | + | + | + | + | + |
| Raha-arvollinen tulos | + | + | - | + | - |
| TULOS | +3 | +3 | +1 | +1 | +1 |

Taulukossa 7 esitettyjen vertailuanalyysin tuloksien perusteella menetelmät ovat yllättävän tasavahvoja. Vaikka tulos näyttää tasaiselta, niin malleista löytyy eroavaisuuksia kriteerien väliltä. Jossain toisessa mallissa jokin kriteeri on positiivinen, kun taas jossain toisessa kyseinen kriteeri on negatiivinen. Eroavaisuuksia voisi saada lisää sillä, että antaisi painotuksia joillekin kriteereille. Monen mallin kohdalla jokin kriteeri ei ole täysin positiivinen tai negatiivinen, mutta painottuu enemmän jompaankumpaan ja tällöin se on merkitty kuitenkin arvosteluasteikon kokonaisarvona kriteerin kohdalle.

Silmiin pistävää vertailuanalyysin tuloksissa on se, että mikään malli ei ole kovin tehokas tai nopeakäyttöinen. Lisäksi mihinkään malliin datan saatavuus ei ole helppoa, vaan se vaatii aikaa ja oikeanlaista henkilöstöresurssia. Lisäksi yhdessäkään mallissa ei ole täysin huomioitu tuotteen ominaisuuksia pintaa syvemmmältä. Tästä saadaankin yksi kehitysideoista. Tuotteen arvontuoton mallissa tulisi huomioida tarkemmalla tasolla tuotteen ominaisuudet ja niiden aiheuttamat arvontuotot jotka jäävät muuten liian vähälle huomiolle ja painoarvolle.

Kaikissa malleissa on huomioitu jollain tasolla elinkaaritarkastelu sekä lähes kaikissa myös elinkaarikustannukset. Yhtenä mallien valintakriteerinä olikin, että siinä otetaan huomioon tuotteen elinkaariajattelua. Jokaisessa mallissa tulokset ovat selkeitä ja vastaavat sitä, mitä kyseissä mallissa tulokseksi halutaan saada. Voidaan myös todeta, että kutakin mallia on helppo tulkita, kunhan ymmärtää käsiteltävästä aiheesta riittävästi. Lisäksi kaikkia muita malleja on helppo käyttää paitsi Product Service Value -mallia, joka on pitkä ja työläs malli.

Mallin uutuusaste on annettu Integrated Valuation Method ja Technology Valuation -malleille negatiiviseksi, koska ne ovat molemmat julkaistu vuonna 2004 eli yli vuosikymmen sitten. Mallit ovat kyllä edelleen käypä, mutta kehityksen mennessä koko ajan eteenpäin, kyseisiä malleja on suositeltavaa tarkastella kriittisemmin. Kummassakin mallissa on paljon hyvää, jota voi käyttää tukena sekä kehittää eteenpäin.

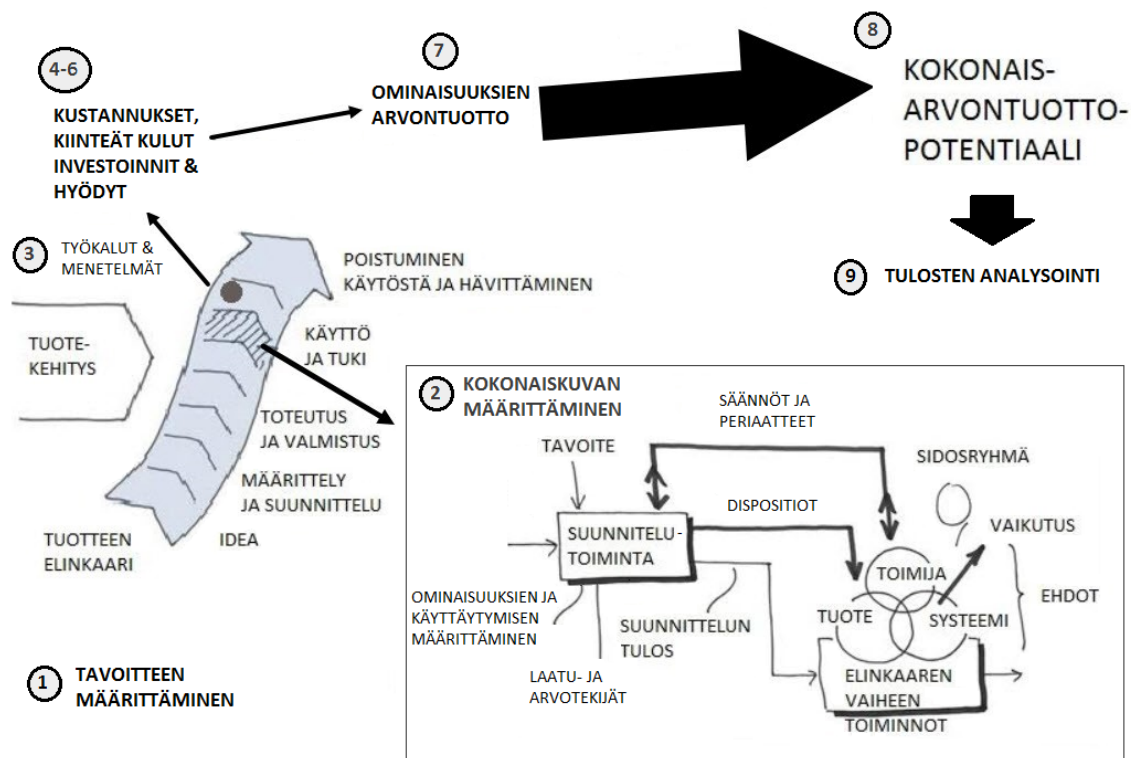
Vertailuanalyysin tuloksista on vielä huomioitava se seikka, ettei jokaisesta saada tuotteen arvontuotolle arvoa eikä tulos ole jokaisessa mallissa suoraan raha-arvollinen. Tässäkin on yksi tulevaisuuden kehityksen kohteista, että kehitetään sellainen tuotteen arvontuoton malli, joka huomioi tuotteen arvontuoton laajasti sekä antaa selkeän raha-arvollisen tuloksen. Lisäksi vain Integrated Valuation Method ja Product Service Value -malleissa on selkeästi huomioitu myös ympäristövaikutukset, mikä on selkeä osa-alue joka tulisi huomioida tulevaisuuden malleissa.

6.2 Malli

Edellä esitetyjen mallien ja teorioiden pohjalta voidaan esittää tuotteen arvontuottopotentiaalin konseptin kuvaus. Tämä on esitetty kuvassa 10 seuraavalla sivulla. Kuvaus on muodostettu tukemaan laskentamallin luontiohjetta, joka esitellään kappaleessa 6.3. Mallinnus kokonaisarvontuottopotentiaalista saa myös vaikutteita Halosen (2012) diplomityön tuloksista. Halonen (2012) esittelee tutkimustyössään tuotteen elinkaaren dispositiomallin, joka on suunniteltu paljastamaan tuotteen ominaisuuksien ja tuotteen elinkaaren välisiä piilosuhteita. Halosen (2012) malli koostuu tavoitteen asettamisesta, ominaisuuksien kartoittamisesta, elinkaaren ominaisuuksien kartoittamisesta, dispositioiden mallintamisesta ja toimien määrittämisestä analyysi-synteesiprosessilla. Halosen (2012) malliin vaikuttaa myös Olsenin (1992) esittämä malli dispositioista, jota on tässäkin työssä käytetty.

Kuvaan 10 valittu elinkaaren kuvaus mukailee Starkin (2015) esittelemää elinkaarimal-
lia. Tuotteen elinkaari koostuu useasta eri vaiheesta, joita ovat idea tuotteesta, tuotteen
määrittely ja suunnittelu, toteutus ja valmistus, käyttö ja tuki sekä lopulta tuotteen pois-
tuminen käytöstä ja sen hävittäminen. Tuotekehitys vaikuttaa vahvasti siihen, millainen
tuotteen elinkaaresta tulee. Tuotekehityksen tulee myös toimia vahvassa vuorovaikutuk-
sessa tuotteen elinkaaren kanssa, koska puutteiden ilmetessä tulisi tuotekehityksen saa-
da tästä tieto, jotta tuotetta ja sen toimintaa voidaan parantaa.

Kuvassa 10 on esitetty mallin eri vaiheiden askeleet suorittamisjärjestyksissään. Tämä
järjestys tukee seuraavassa kappaleessa esitettävää laskentamallin luontiohjetta. Mallin
keskiössä on elinkaaren ja sen vaiheiden määrittäminen. Kussakin elinkaaren vaiheessa
on ominaisuuksia ja toimintoja, joilla on vaikutusta myöhemmissä elinkaaren vaiheissa
tai jotka tuottavat arvoa muun muassa sen käyttäjilleen. Jokaista elinkaaren vaihetta
voidaan tarkastella Olesenin (1992) ja Andreasenin (2015) esittämän dispositiomallin
avulla, jolloin saadaan tunnistettua kyseiseen vaiheeseen liittyvät toiminnot, ominaisuu-
det ja käyttäytyminen. Tätä kuvataan mallissa kohdassa 2.



Kuva 10. Tuotteen elinkaaren aikana muodostuva kokonaisarvontuottopotentiaali.

Kuhunkin elinkaaren vaiheeseen liittyy suunnittelutoimintaa, johon vaikuttavat tavoit-
teet, säännöt ja periaatteet sekä edellisen vaiheen tulos. Suunnittelun tuloksena on elin-
kaaren vaiheen toiminnot, joissa tuote, toimija ja systeemi ovat keskenään vuorovaiku-
tuksessa. Tähän vaikuttaa lisäksi eri sidosryhmät ja heidän intressinsä. Elinkaaren vai-
heen toimintoihin vaikuttaa myös samat säännöt ja periaatteet kuin suunnittelutoimin-
taan. Dispositioni syntyy, kun suunnitteluominaisuus vaikuttaa elinkaariaktiiviteettiin eli

johonkin elinkaaren vaiheen toiminnoista. Elinkaaren vaiheen toiminnoista syntyy erilaisia vaikutuksia ja muuta tietoa, jotka osaltaan siirtyvät seuraavaan vaiheeseen.

Kun jokaisesta vaiheesta on tunnistettu dispositiot, toiminnot, ominaisuudet ja niiden käyttäytyminen, voidaan tarkastella niiden vaikutuksia ja tuottamaa arvoa. Kustakin vaiheesta saadaan muodostettua mahdollinen arvontuoton potentiaali. Lisäksi on otettava huomioon elinkaaren vaiheiden kustannukset, kiinteät kulut, investoinnit ja hyödyt. Näiden kaikkien tietojen ollessa selvillä, voidaan laskea kaikki yksittäiset arvontuotto-potentiaalit yhteen ja saadaan muodostettua tuotteen kokonaisarvontuottopotentiaali.

Edellä esitetyn mallin perusteella voidaan arvioida tuotteen arvontuottoa sen elinkaaren aikana. Mallin avulla voidaan arvioida tuotteen ja sen elinkaaren maksimaalista hyöty-potentiaalia. Arvontuottopotentiaalin koostamiseksi esitellään seuraavassa kappaleessa laskentamallin luontiohje. Ohjeen avulla kuka tahansa asiasta ymmärtävä voi rakentaa tuotteelle ja sen elinkaarelle laskentamallin.

6.3 Tuotteen arvontuoton laskentamallin ohje

Yhtenä tämän työn tavoitteista on luoda tuotteen arvontuoton laskentamallin ohje. Ohjeen rakenne tuotteen kokonaisarvontuoton arviointiin mukailee kappaleessa 5 esitettyjen mallien toimintorakennetta. Ohjeessa huomioidaan edellisessä kappaleessa esitettyä konseptin kuvausta tuotteen elinkaaren aikana muodostuvasta kokonaisarvontuottopotentiaalista. Ohjeen tavoitteena on, että kuka tahansa asiasta ymmärtävä voisi muodostaa laskentaohjeen tuotteen ja sen elinkaaren arvontuoton laskennalle.

Laskentamallin luontiohjeen tueksi on tehty kustannustaulukko, joka on liitteenä C. Taulukko on runko, jota voi muokata omien tarpeiden mukaan tai vaihtoehtoisesti voi luoda täysin oman taulukkonsa tiedonkeruun tueksi. Siinä on huomioitu tuotteen elinkaari, sen toiminnot ja ominaisuudet. Taulukkoon voi täyttää kunkin elinkaaren vaiheen toiminnon, ominaisuuden ja käyttäytymisestä aiheutuvat vaikutukset, kuten muun muassa arvot, hyödyt ja kustannukset.

Laskentamallin luontiohjeen rakenne on seuraava:

1. Tavoitteen määrittäminen
2. Kokonaiskuvan määrittäminen
 - a. Tuotteen ja sen elinkaaren vaiheiden ominaispiirteiden määrittäminen
 - b. Jokaisen elinkaaren vaiheen alku- ja lopputietojen määrittäminen
 - c. Dispositioiden tunnistaminen jokaisesta elinkaaren toiminnon vaiheesta
 - d. Ominaisuuksien ja käyttäytymisen määrittäminen sekä mallintaminen

- e. Laatutekijöiden määrittäminen
- f. Arvotekijöiden määrittäminen
- 3. Työkalujen ja menetelmien valinta
- 4. Kustannuksien ja kiinteiden kulujen laskenta
- 5. Investointien laskenta
- 6. Hyötyjen määrittäminen
- 7. Ominaisuuksien arvontuoton määrittäminen
- 8. Kokonaisarvontuotto potentiaalin laskeminen
- 9. Tulosten analysointi

Edellä esitetty ohje auttaa muodostamaan laskentaohjeen tuotteen ja sen elinkaaren arvontuotolle. Vaiheet pitävät sisällään asioita, joita tulee ottaa huomioon ja määrittää. Ohje auttaa hahmottamaan kokonais kuvaa tilanteesta. Laskentaa ja tuloksien muodostamista helpottaa lisäksi se, että alkutilanne määritellään huolellisesti ja kokonais kuvan hahmottamiseen käytetään tarvittava määrä aikaa. Tuotteen ja sen elinkaaren mallintamiseen kannattaa siis allokoida perusteellisesti resursseja. Ohjeen avulla kulujen, hyötyjen ja muiden euromääräisten tulosten koostaminen selkeään taulukkoon on hyödyllistä. Taulukosta näkee selkeästi tarvittavat tiedot ja niitä voi hyödyntää erilaisiin laskelmiin. Liitteessä C on esitelty esimerkkitaulukko tällaiseen tarpeeseen, jota voidaan käyttää pohjana tai muokata myöhempään käyttöön.

Laskentamallin luontiohje on koottu tässä työssä esitettyjen teorioiden ja mallien pohjalta. Jatkotoimenpiteenä ohje vaatii käytännöntason testaamista, jonka pohjalta sitä voidaan kehittää ja parantaa toimivammaksi. Lisäksi aihe vaatii lisää tutkimusta ja perehtymistä, jotta ohjetta ja mallia saadaan spesifioitua yksityiskohtaisemmaksi.

7. KEHITYSIDEAT

Yhtenä tämän työn tavoitteista on antaa kehitysideoita siihen, miten BusinessChampion -työkalua voitaisiin kehittää eteenpäin. BusinessChampion -työkalu on jo itsessään hyvin ainutlaatuinen eikä täysin vastaavaa työkalua tuotteen arvioinnille löydy. Muut tässä työssä esitellyt työkalut ovat hyvin erilaisia kuin BusinessChampion. Kriteerien ja analyysivertailun pohjalta löytyy kuitenkin kohteita ja ominaisuuksia, joita hyvässä työkalussa tulisi olla. Erityisesti näitä kannattaa huomioida BusinessChampion -työkalua kehitettäessä.

Hyvän mallin kriteerien pohjalta BusinessChampion -työkalu on helppokäyttöinen, sitä on helppo tulkita ja se ottaa huomioon elinkaariarvioinnin. Työkalu on sekä melko uusi että validi käytettäväksi. Sen tulokset ovat selkeitä, tuotteen arvontuotolle saadaan jonkinlainen arvo ja tulos on raha-arvoinen. Toisaalta työkalua ei ole kovin tehokasta käyttää työpajojen takia eikä se ota kunnolla huomioon ympäristövaikutuksia ja datan saatavuus voi olla työlästä hankkia.

Tutkimuksen pohjalta esiin tulevat kehitysehdotukset BusinessChampion -työkalulle ovat:

1. Tuotteen arvoa tuottavien tekijöiden ja näiden tuottaman arvon esiintuominen tarkemmalla tasolla.
2. Tuotteen ominaisuuksien huomioiminen tarkemmalla tasolla.
3. Ympäristövaikutusten selkeämpi huomioiminen.
4. Käyttöprosessia saatava tehokkaammaksi.
5. Työkalun kohdentaminen monipuolisemmin erilaisiin teollisuustuotteisiin eikä ainoastaan modulaarisiin tuotteisiin.

Nämä kehitysideat nousivat hyvän arvontuottomallin kriteerien pohjalta. BusinessChampion -työkalua voisi kehittää myös yleisempään suuntaan ja koskemaan laajemmin erilaisia tuotteita. Nyt sen käyttö on suunnattu erityisesti modulaarisiin teollisuustuotteisiin. Sitä voisi kehittää siten, että se voisi päteä kaikkiin teollisuustuotteisiin.

Tässä tutkimuksessa on myös omat rajoitteensa. Aiheesta löytyy rajallisesti sopivaa ja validia materiaalia ja tutkimuksia. Yksikään tutkimus ei täysin kata mallia, joka sisältäisi tuotteen arvontuoton kokonaisuudessaan yhdessä elinkaarimalliajattelun kanssa. Yleensä malleissa keskitytään yhteen osaan tuotteesta, kuten esimerkiksi teknologian arvostamiseen. Vaihtoehtoisesti tuotetta tarkastellaan vain elinkaarikustannusten kautta.

Usein mallit ovat myös työläitä ja monimutkaisia käyttää. Tarvetta on käyttäjäystävälliselle mallille, jota yritysmaailmassa voidaan käyttää itsenäisesti osana omaa toimintaa.

Tulevaisuuden kehitys ja tutkimuskohteet liittyvät juuri siihen, että tuotteen arvontuottoa käsitellään tarkemmalla tasolla sen elinkaarensa aikana. Tässä työssä on vain pintaraapaisu kyseisestä aiheesta. Aihe vaatii lisää tutkimustyötä erityisesti yhteistyössä yritysten kanssa, jotta lisää tietoa saataisiin käytännön parista.

8. YHTEENVETO

Tässä työssä tutustutaan erilaisiin tuotteen arvontuoton arviointimalleihin. Tuotetta ja sen arvontuottoa tarkastellaan tuotteen elinkaarimallin sekä tuotteen toimintojen, dispoitioiden, ominaisuuksien ja käyttäytymisen avulla. Jokaisella tuotteella on sille tyyppillisiä ominaisuuksia, jotka aiheuttavat täysin tai osittain tunnistettavaa käyttäytymistä eteenpäin tuotteen elinkaareissa. Nämä ominaisuudet ja käyttäytyminen tuottavat taas arvoa. Kun nämä kaikki arvoa tuottavat osatekijät tunnistetaan, voidaan laskea tuotteen jokaisen elinkaaren vaiheelle mahdollinen arvontuottopotentiaali. Jokaisen elinkaaren-vaiheen arvontuottopotentiaalit voidaan laskea yhteen ja saada täten tuotteen kokonais-arvontuottopotentiaali. Tuotteen arvontuotolla tarkoitetaan siis sitä, kuinka paljon arvoa tuotteen eri ominaisuudet tuottavat sen elinkaaren eri vaiheiden aikana. Tuotteen arvontuottoa voidaan arvioida sopivan mallin avulla.

Yhtenä tämän työn tavoitteista on antaa kehitysehdotuksia BusinessChampion -työkalulle. BusinessChampion -työkalun avulla voidaan tunnistaa ja arvioida erilaisia liiketoimintahyötyjä jokaiselta elinkaaren vaiheelta. Näitä voidaan käyttää sitten esimerkiksi päätöksenteon tukena. Tällä hetkellä työkalu on suunnattu modulaaristen tuotteiden arvontuoton arviointiin. Työkalua kannattaakin lähteä kehittämään koskemaan laajemmin teollisuustuotteita, eikä vain modulaarisia tuotteita. Lisäksi työkalun kehittämisessä kannattaa ottaa tarkemmin huomioon ympäristövaikutukset ja tuotteen ominaisuudet. Työkalun käyttöprosessia voisi myös kehittää tehokkaammaksi ja tuloksissa tuoda esiin tarkemmin tuotteen arvoa tuottavat tekijät.

BusinessChampion -työkalua verratessa muihin tässä työssä esitettyihin työkaluihin, on kyseinen työkalu hyvin erilainen. Isoin ero on se, että BusinessChampion -työkalua käytetään fasilitaattorin johdolla työpajoissa, kun taas muita työkaluja käytetään itsenäisesti. Jokaisella mallilla on oma käyttötarkoituksensa ja niitä yhdistelemällä voidaan saada kehitettyä tulevaisuudessa entistä kattavampi malli.

Product Life Cycle Costing -malli on strategisen kustannusten hallinnan työkalu tuotteen tai palvelun koko elinkaaren ajalle. Integrated Valuation Method -mallin avulla voidaan lisätä arvoa asiakkaan tuotteeseen suunnitteluprosessin aikana. Se on erityisesti tuotekehitysprosessin ja suunnitteluprosessin viimeisiin vaiheisiin suunnattu malli. Mallissa halutaan kiinnittää erityistä huomiota ympäristöystävällisyyteen. Technology Valuation -malli on tarkoitettu teknologian arvon määrittämiseen ja Product Service Value -malli on tarkoitettu tuote-palvelukehitykseen liittyvien päätöksien tueksi. Mallin avulla saadaan selvitettyä, kuinka paljon tuote- ja palvelumallit edistävät järjestelmänä elinkaaren suorituskykyä sekä elinkaaren taloudellisia ja ympäristöllisiä rasitteita.

Eri arvontuottomallien pohjalta tehtiin vertailuanalyysi. Työssä esitettyjen teorioiden ja vertailuanalyysin tulosten perusteella saatiin kriteerit sille, millainen on hyvä tuotteen arvontuoton arviointimalli, jonka avulla voidaan arvioida tuotteen ja sen elinkaaren maksimaalista hyötypotentiaalia. Hyvä tuotteen arvontuoton arviointimalli on helppokäyttöinen, tehokas ja ottaa huomioon ympäristövaikutukset. Malli pohjautuu elinkaariarviointiin ja ottaa huomioon elinkaarikustannukset. Malliin tarvittava data on helposti saatavilla ja mallia sekä sen tuloksia on helppo tulkita. Tuotteen ominaisuudet otetaan huomioon ja tuotteen arvontuotolle saadaan arvo, joka on raha-arvoinen tulos. Mallin on myös hyvä olla uusi ja todettu validiksi.

Vertailuanalyysista saatujen tulosten perusteella kaikki mallit ovat yllättävän tasavahvoja keskenään. Osaltaan tätä voi selittää se, että kukin malli lähestyy eri tavoin arvontuottoa ja jokaisessa lähestymistavassa on aina omat hyvät puolensa. Tuloksiin voitaisiin saada eroavaisuuksia sillä, että mallien arvostamisperiaatteet kunkin ominaisuuden kohdalla olisivat monitasoisemmat tai käytettäisiin painoarvo -menetelmää. Jokaisen mallin heikkona puolena on se, että mallin käyttäminen ja siihen tarvittavan datan saaminen vaatii paljon aikaa ja vaivaa. Vaikka mallit vaativat paljon aikaa sen käyttämiseen, niin ne ovat silti suhteellisen helppokäyttöisiä lukuun ottamatta Product Service Value -mallia.

Tämän työn tuloksista löytyy yhtäläisyyksiä verratessa Halosen (2012) diplomityön tuloksiin. Halonen (2012) esittelee tuloksissaan tuotteen elinkaaren dispositiomallin. Yhtäläisyyksiä ovat muun muassa dispositioiden huomioiminen, elinkaaritarkastelu sekä teollisuusala mallin käyttökohteena. Halosen mallin pohjalla vaikuttaa suuresti Hubkan ja Ederin (1996) teos teknisestä suunnittelutieteestä, jota on myös tässä työssä käytetty lähteenä. Lisäksi Olesenin (1992) malli dispositioista on yksi yhdistävä tekijä. Molemmat nostavat työssään esille sen, että yrityksen tulee hallita tuotteen rakenteen tiedot, jotta niitä voidaan hyödyntää hyvin. Isoimpina eroavaisuuksina ilmenee se, että Halosen työssä ja tuloksissa keskitytään modulaarisiin tuotteisiin sekä tukena on yksi case -tapaus alan yrityksestä. Lisäksi Halosen mallin keskiössä ovat nimenomaan dispositiot, jotka ovat vain yhtenä osana muiden lisäksi tämän työn kokonaisarvontuottopotentiaalin mallissa.

Laskentamallin luontiohjeen avulla voidaan muodostaa tuotteen arvontuoton arviointimalli, joka huomioi myös tuotteen elinkaariajattelua. Luontiohjeen rakenteen takana on tuotteen elinkaaren aikana muodostuvan kokonaisarvontuottopotentiaalin malli. Luontiohjeen tukena on kustannustaulukko. Esitettyä tuotteen elinkaaren laskentamallin luontiohjetta ja kustannustaulukkoa on tarpeen vielä kehittää eteenpäin tarkemmalle tasolle. Ohjetta ja taulukkoa on hyvä päästä kokeilemaan käytännössä, jotta siitä saatujen palautteiden perusteella niitä voidaan jalostaa eteenpäin.

Tuotteen arvontuoton arviointimallit vaativat vielä kehittämistä siihen suuntaan, että saataisiin hyvällä tasolla arvioitua tuotteen arvontuotto koko sen elinkaaren aikana. Eri-

tyisesti se, että yksi malli huomioisi suhteellisen tarkalla tasolla koko tuotteen elinkaaren ja erivaiheista muodostuvan arvon. Tällä hetkellä mallit ovat rajoitettuja tiettyihin raameihin ja koko elinkaaren huomioivat mallit ovat useimmiten elinkaarenkustannusmalleja eivätkä suoraan arvontuoton malleja. Yleispätevä malli on totta kai haastava muodostaa, mutta siihen suuntaan on silti pyrittävä. Kaikissa malleissa on aina omat rajoitteensa ja siksi niitä tulee edelleen kehittää ja testata, jotta tulevaisuudessa saataisiin muodostettua mahdollisimman hyvä malli kattamaan arvontuoton arvioinnin.

LÄHTEET

Allenby, G.M., Brazell, J.D., Howell, J.R. & Rossi, P.E. (2014). Economic valuation of product features. *Quantitative Marketing and Economics*, Vol 12. Springer. pp. 421–424. Saatavissa:

<https://link-springer-com.libproxy.tut.fi/article/10.1007%2Fs11129-014-9150-x>.

Andersson, P.H. & Tikka, H. (1997). Mittaus- ja laatutekniikat. *Konepajan tuotantotekniikka*. WSOY. 323 s.

Andreasen, M.M., Hansen, C.T. & Cash, P. (2015). Conceptual Design – Interpretations, Mindset and Models. Springer, pp. 245–263, 307–316.

Aust, D. N. (2009). *The Valuation Handbook: Valuation for Managers*. John Wiley & Sons, Incorporated. pp. 258–259. Saatavissa:

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/tut/detail.action?docID=468905>.

Britton, G. & Torvinen, S. (2014). *Integrated Product and Manufacturing System Design*. CRC Press, Taylor & Francis Group. 358 s.

Bovea, M. & Vidal, R. (2004). Increasing product value by integrating environmental impact, costs and customer valuation. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol 41. pp. 133–145. Saatavissa:

<https://www-sciencedirect-com.libproxy.tut.fi/science/article/pii/S0921344903001496>.

Browning, T.R. (2000) *Value-Based Product Development: Refocusing Lean*. pp. 168–172. Saatavissa: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/872495/>.

Halonen, N. (2012). *Product Life-Cycle Disposition Model - Disposition Conceptualising for Design Science*. Master of Science Thesis. Tampere University of Technology. 86 s.

Haverila, M.J., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. (2009). *Teollisuustalous*. Infacts Oy. 510 s.

Hubka, V. & Eder, W.E. (1996). *Design Science*. Springer-Verlag London.

Juuti, T., Kopra, M.J., Lanz, M., Lehtonen, T. & Tuokko, R. (2015). *The Facilitator's Handbook CHAMPION tools*. Tampere University of Technology, Department of Mechanical Engineering and Industrial Systems. s. 28–30.

Jyväskylän yliopisto Koppa. (2017). Tutkimusmenetelmät ja -aineistot [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.5.2017]. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/kirjasto/kirjastotuutori/aihehaku-tutkimusprosessissa/menetelmatietoa-ja-palveluja>.

Jyväskylän yliopisto Koppa. (2014). Aineistonhankintamenetelmät [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.5.2017]. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineistonhankinta/menetelmat/>.

Jyväskylän yliopisto Koppa. (2014). Tutkimusstrategiat [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.5.2017]. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/>.

Jyväskylän yliopisto Koppa. (2015). Teoreettinen tutkimus [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.5.2017]. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/teoreettinen-tutkimus>.

Jyväskylän yliopisto Koppa. (2015). Laadullinen tutkimus [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.5.2017]. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>.

Jyväskylän yliopisto Koppa. (2015). Vertaileva tutkimus [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.5.2017]. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/vertaileva-tutkimus>.

Kádárová, J., Kobulnický, J. & Teplicka, K. (2015). Product Life Cycle Costing. Applied Mechanics and Materials, Vol 816. pp. 547–554. Saatavissa: <https://search-proquest-com.libproxy.tut.fi/docview/1903484967?pq-origsite=summon>.

Kotler, P. & Keller, K. L. (2012). Marketing management 14e. Pearson. pp. 32 & G7.

Lapinleimu, I. (2000). Ideaalitehdas. Tampereen teknillinen yliopisto, Tuotantotekniikan laitos. 197 s.

Olesen, J. (1992). Concurrent Development in Manufacturing – based on dispositional mechanisms. Institute for Engineering Design, The Technical University of Denmark. pp. 51–54.

Park, Y. & Park, Q. (2004). A new method for technology valuation in monetary value: procedure and application. *Technovation*, Vol. 24. pp. 387–394. Saatavissa: <https://www.sciencedirect-com.libproxy.tut.fi/science/article/pii/S0166497202000998>.

Rudenno, V. (2012). *The Mining Valuation Handbook: Valuation methodologies*. John Wiley & Sons Australia. pp. 265. Saatavissa: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/tut/detail.action?docID=918592>.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006). KvanttiMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto [verkkojulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A.]. [viitattu 30.4.2017]. Saatavissa: http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L1_2_2.html.

Scuch, G., Schubert, J. & Wellensiek, M. (2012). Model for the Valuation of a Technology Established in a Manufacturing System. *Procedia CIRP*, Vol 3. Elsevier. pp. 602–607. Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827112002752>.

Stark, J. (2015). *Product Lifecycle Management*. Springer, Vol 1(3). pp. 1–29.

Ulrich, K. & Eppinger, S. (2008). *Product Design and Development*. 4. Singapore, M.C.-Grew-Hill. 358 p.

Weber, C. (2012) Idea – Invention – Innovation: Strategies, Approaches, Research and Challenges. In *Proceedings of the 12th International Design Conference*. pp. 1265–1274. Saatavissa: https://www.designsociety.org/publication/32095/idea_%96_invention_%96_innovation_strategies_approaches_research_challenges.

Xiang, K., Wang, H.F. & Qian, W. (2013) A Sustainability Oriented Multi Dimensional Value Assessment Model for Product-Service Development. *International Journal of Production Research*, Vol 51(19). pp. 5908–5933. Saatavissa: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2013.810349>.

LIITE A: BUSINESSCHAMPION -TYÖKALUN LASKENTA-TAULUKKO (JUUTI ET AL. 2015).

Projektin otsikko!

| Toimitusprojekti | Paletti | Rata | Robotit | Total |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hinta | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus toimitussisällön makustannushintaan kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| Myynti- ja Sales Engineering | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus myynnissä kun toimitussisältö ja hinta määritellään ja sovitaan konfiguroidulla? | | | | 0€ |
| Projektin hallinta | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus projektin suunnitteluun, hallintaan ja seurantaan kun toimitussisältö perustuu konfigurointiin? | | | | 0€ |
| Sopimukset | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus sopimukseen kun toimitussisältö sovitaan konfiguroidulla? | | | | 0€ |
| Toimituskohtainen suunnittelu | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus toimituskohtaisessa suunnittelussa kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| Dokumentointi ja tuottaminen | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus toimitussisällön dokumenttien laatimiseen kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| Hankinnat | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus hankinnoissa kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| Valmistus | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus valmistuksessa kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| Osakoonpano | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus osakoonpanossa kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| Testaus | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus testauksessa kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| Logistiikka | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus logistiikassa kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| On-site | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus sennukseen ja käyttöönnottoon kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| Huolto, ylläpito, jälkimarkkinat | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus huollossa, ylläpidossa ja jälkimarkkinnoissa kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| Laadunvarmistus | | | | 0€ |
| Mikälehti vaikutus laadunvarmistuksessa kun toimitussisältö perustuu modulaariseen tuotteeseen? | | | | 0€ |
| Uusiin hyöty | | | | 0€ |
| Mistä hyöty tulee? | | | | 0€ |
| Uusiin hyöty | | | | 0€ |
| Mistä hyöty tulee? | | | | 0€ |
| Uusiin hyöty | | | | 0€ |
| Mistä hyöty tulee? | | | | 0€ |
| Arvontuotto ja kiinteät kulut | | | | 0€ |
| Ylläpito | | | | 0€ |
| Huolto | | | | 0€ |
| Tilavuokrat | | | | 0€ |
| Uusi arvontuotto ja kiinteä kulu | | | | 0€ |
| TOTAL maximum yearly BENEFITS | 0€ | 0€ | 0€ | 0€ |
| Investoinnit | | | | 0€ |
| Laitehankinnat | | | | 0€ |
| Ulosmyynti | | | | 0€ |
| Uusi investointi | | | | 0€ |
| TOTAL Investment | 0€ | 0€ | 0€ | 0€ |
| ROI | #JAKO/0! | #JAKO/0! | #JAKO/0! | #JAKO/0! |

LIITE B: KUSTANNUSTALUKKO LASKENTAMALLIN LUON-
TIOHJEENTUEKSI.

ELINKAAREN VAIHEET
TUOTE:

| IDEA | ARVO | KUSTANNUKSET | KIINTEÄTKULUT | INVESTOINNIT | HYÖDYT | YHTEENSÄ |
|-------------|------|--------------|---------------|--------------|--------|----------|
| TOIMINTO | | | | | | 0 |
| TOIMINTO | | | | | | 0 |
| OMINAISUUS | | | | | | 0 |
| OMINAISUUS | | | | | | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MÄÄRITTELY | | | | | | |
| TOIMINTO | | | | | | 0 |
| TOIMINTO | | | | | | 0 |
| OMINAISUUS | | | | | | 0 |
| OMINAISUUS | | | | | | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTEUTUS | | | | | | |
| TOIMINTO | | | | | | 0 |
| TOIMINTO | | | | | | 0 |
| OMINAISUUS | | | | | | 0 |
| OMINAISUUS | | | | | | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| KÄYTTÖ | | | | | | |
| TOIMINTO | | | | | | 0 |
| TOIMINTO | | | | | | 0 |
| OMINAISUUS | | | | | | 0 |
| OMINAISUUS | | | | | | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| POISTUMINEN | | | | | | |
| KÄYTÖSTÄ | | | | | | |
| POISTUMINEN | | | | | | 0 |
| TOIMINTO | | | | | | 0 |
| TOIMINTO | | | | | | 0 |
| OMINAISUUS | | | | | | 0 |
| OMINAISUUS | | | | | | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |